

Resumen

Uno de los principales problemas de la sociedad actual es la gestión de la multitud de residuos que se generan. La reducción de los mismos desde el origen resulta una vía ideal para intentar minimizarlos, pero en el caso de los residuos orgánicos prácticas como esta carecen de sentido, de manera que resulta esencial poner en funcionamiento tecnologías que ayuden a minimizar el impacto de estos en la zonas donde los excedentes dificultan notablemente su absorción en el suelo de manera natural.

La situación derivada de la generación de residuos, y en concreto de los residuos orgánicos, se agrava si nos referimos a un país en vías de desarrollo, como puede ser el caso de Perú, pero aún es mas grave si nos referimos a la zona del Parque Porcino de Ventanilla, donde la generación de residuos orgánicos es muy elevada y la gestión de los mismos es nula.

Para el tratamiento de los residuos orgánicos existe la posibilidad de gestionar mediante digestión anaerobia, por la que se obtienen dos productos valorizables: biogás (combustible) y fertilizante orgánico.

Si sumamos estos dos ingredientes y añadimos el factor que supone desarrollar dicha tecnología de manera sostenible y a bajo coste, obtendremos como resultado un proyecto similar a éste, en el que se realiza un estudio de viabilidad de la tecnología de Digestión Anaerobia en el Parque Porcino de Ventanilla (Lima).





Sumario

RESUMEN	1
SUMARIO	3
A. LA CONTRAPARTE (CIUDAD SALUDABLE).	5
B. TRABAJO REALIZADO	9
C. CONTEXTO DE VENTANILLA	23
C.6. VENTANILLA EN IMÁGENES.....	47
D. CERTIFICADO CONTRAPARTE	50
E. DATOS SEGUNDA EXPERIENCIA	51
F. ANÁLISIS PREVIOS SEGUNDA EXPERIENCIA	53
G. ANÁLISIS DURANTE EL PROCESO (CROMATOGRAFÍA)	59
H. ANÁLISIS FINALES SEGUNDA EXPERIENCIA	65
I. DATOS TERCERA EXPERIENCIA	69
J. ANÁLISIS PREVIOS TERCERA EXPERIENCIA	71
K. ANÁLISIS DURANTE TERCERA EXPERIENCIA (CROMATOGRAFÍA)	75
L. UTILIZACIÓN FINAL DEL BIOGÁS	79
M. DATOS PRIMERA EXPERIENCIA	81
N. PARÁMETROS AMBIENTALES QUE AFECTAN A LA DIGESTIÓN ANAEROBIA	93
O. FAMILIA IPARRAGUIRRE	103





A. La contraparte (Ciudad Saludable).

Albina Ruiz es la directora ejecutiva de una organización no lucrativa llamada Ciudad Saludable constituida por personas comprometidas con el desarrollo sostenible que poseen una significativa experiencia profesional en el diseño, gestión, implementación y evaluación de proyectos ambientales. Los proyectos que dirigen están principalmente vinculados con:

- el desarrollo de tecnologías
- la sistematización y la investigación
- la aplicación técnica mediante la implementación de sistemas innovadores
- el incremento de las capacidades

Todos estos puntos englobados dentro del campo de la gestión ambiental y social. La organización trabaja con organizaciones sociales de base, entidades públicas y empresas privadas tanto dentro del país como en la región Andina.

La visión estratégica es contribuir a la mejora de la calidad de vida de la población mediante la gestión eficiente de los residuos (principalmente sólidos, pese a la incorporación de nuevos proyectos de diferente índole) que permita tener ciudades más limpias y generar puestos de trabajo. Practican y fomentan el compromiso, la vocación de servicio, la solidaridad, la ética moral y profesional, la igualdad social, el respeto, la transparencia.

Los objetivos que persigue la organización son:

- Desarrollar capacidades en las organizaciones sociales de base, vinculadas con la gestión ambiental i social
- Contribuir a la mejora continua de la gestión nacional, regional i local de los recursos nacionales i el medio ambiente.
- Desarrollar i proponer soluciones ambientales que sean viables a nivel técnico, económico y social para las diferentes realidades del país y la región.



- Instaurar actitudes de responsabilidad social y ambiental en las organizaciones públicas i privadas.

El trabajo que realiza la organización se puede dividir en tres campos fundamentales:


- **Ciudades Saludables:** el área principal de trabajo de Ciudad Saludable es la gestión ambiental de los residuos sólidos, es decir, la implementación de sistemas de gestión de residuos sólidos en poblaciones y municipios. Todos los miembros de la organización tienen una larga experiencia en el campo del control de residuos, y la organización cuenta con diversos sistemas de gestión ambiental de residuos implementados con éxito en ciudades como: Carhuaz, Huarmey y Chasquitambo, San José Saludable en Chincha, Pucallpa y Cajamarca. La gestión realizada en estos municipios es simple y eficaz Normalmente se dispone de la recogida selectiva de materia orgánica y inorgánica. La materia inorgánica se deposita en un botadero controlado y debidamente impermeabilizado, con tuberías que evacúan el biogás generado. Con la materia orgánica se realiza un proceso de compostaje i humus, que después se aplicará como fertilizante orgánico en correos próximos. Los trabajadores de los botaderos son los que antiguamente ya vivían en ellos, seleccionando los materiales con valor que podían vender de nuevo en los mercado y de esta manera obtener los ingresos necesario para subsistir. El proceso que se sigue generalmente en los diferentes proyectos es la creación de una microempresa con los trabajadores que ya estaban subsistiendo a partir de botadero, para conseguir así que estos sean autosuficientes y puedan autofinanciarse con los ingresos generados de la comercialización del humus.

- **Consultorías:** los servicios de consultoría surgen de las necesidades de los usuarios o clientes, organizaciones públicas o privadas, nacionales o internacionales que solicitan servicios mediante licitaciones o plantean requerimientos específicos. Ciudad Saludable organiza equipos de trabajo que se hacen responsables de los servicios des del diseño de la propuesta hasta la entrega de los productos requeridos. Actualmente en marcha:

- Proyecto Plan Nacional de Residuos Sólidos (PLANRES).
- Proyecto de evaluación ambiental de la laguna de Yarinacocha



- Programa piloto de reaprovechamiento de residuos sólidos en Huamanga, Pucallpa y Tingo María.
- A más recientemente se ha acordado que sea esta institución la encargada del plan de manejo de residuos de construcción y mantenimiento en la conducción del gas de Camisea.
- **Capacitación:** El desarrollo de capacidades es un aspecto fundamental en la propuesta institucional de Ciudad Saludable, y que sin capacidades locales es imposible pensar en el desarrollo sostenible, ya sea en ámbitos públicos o privados. Los servicios de capacitación se desarrollan a partir de la demanda específica solicitada por el cliente o planteando iniciativas necesarias para la sociedad en algún campo específico de la gestión ambiental y el desarrollo social. Una vez identificadas las competencias necesarias en los lugares claves de las organizaciones, se identifican los conocimientos y las habilidades que debe desarrollar la persona en el puesto o función. Posteriormente se diseña el proceso metodológico necesario para afinar el aprendizaje desde el enfoque de la educación para adultos. Actualmente la organización está realizando unos cursos de postgrado, conjuntamente con la *Pontificia Universidad Católica del Perú*, llamado “**Desafíos y Herramientas para la Gestión Integral de Residuos**”. [17]

	
Contacto:	Ciudad Saludable
Av. Jorge Basadre 255, oficina 401 (San Isidro) TEL: 4215163 / 4215167 Mail: info@ciudadsaludable.org	





B. Trabajo realizado

Para la correcta realización de este proyecto se precisaba una formación a diferentes niveles que se debía realizar tanto previamente a la realización *in situ* del mismo como en el propio lugar de implantación. A mas de esta formación también resultaba conveniente la realización de actividades donde poder transferir esta tecnología y estos conocimientos capaces de mejorar la vida de la población peruana a los usuarios potenciales de la tecnología en el Perú: Administración Pública, técnicos i usuarios.

Todas las actividades realizadas se llevaron a cabo con el soporte de la ONG Ciudad Saludable, contraparte de este proyecto en el Perú.

Las etapas de elaboración del proyecto se pueden dividir básicamente en tres:

- **Trabajo previo** – Este trabajo fue encarado principalmente a la formación en diferentes ámbitos, fundamentalmente en el campo de la gestión de residuos, aunque este periodo también tubo un fuerte proceso de formación en el ámbito de la cooperación y el “*trato con las personas*”. Durante este periodo previo también se investigó sobre las tecnologías y la adecuación de las mismas a las condiciones del lugar de implantación. Se compró y preparó material para la realización de una primera *planta piloto in situ*.

- **Trabajo in situ** – Los trabajos en Perú fueron destinados a la divulgación de la tecnología, la puesta en practica de la misma con trabajos de campo sobre el terreno intentando su optimización, la sensibilización de la población y igualmente la formación propia a partir del conocimiento de otras experiencias mas o menos similares en zonas relativamente próximas.

- **Reflexiones i revisión** – Esta labor se realizó nuevamente en Barcelona, consistiendo en una minuciosa revisión de todas las actividades realizadas y todo lo escrito sobre ellas, sacando las posteriores reflexiones y conclusiones.



B.1. Trabajo Previo (Formación en tecnologías y conocimientos a aplicar)

Visita a la empresa Tracjusa (Juneda)

Esta visita, que se produjo durante el mes de junio del 2006, semanas antes del desplazamiento a Perú, tenía como objetivo inicial el conocimiento de la tecnología utilizada para conseguir solventar el problema generado por los purines (grave problema en la zona de Les Garrigues) sacando notables beneficios: aprovechando el gas para la generación de electricidad realizando su combustión en 6 motores de 2723 kW cada uno juntamente con gas natural comprado directamente de la red y generando a su vez un abono orgánico de gran calidad y con gran salida entre el mercado potencial de la zona. Todo esto gracias al denominado proceso Valpuren que ofrece unos rendimientos, gracias a la cogeneración, que se encuentran entre el 56 y el 60%, superando de esta manera el 55% marcado por la legislación española para plantas de este tipo. Pero además de este objetivo inicial se logró la implicación en el proyecto del director de proceso de la planta, Eduard Ruestes, que se desplazó durante unos días del mes julio junto con su padre Chema para colaborar en el montaje de la primera planta piloto y participar en las charlas realizadas en la Universidad de San Martín. [13]

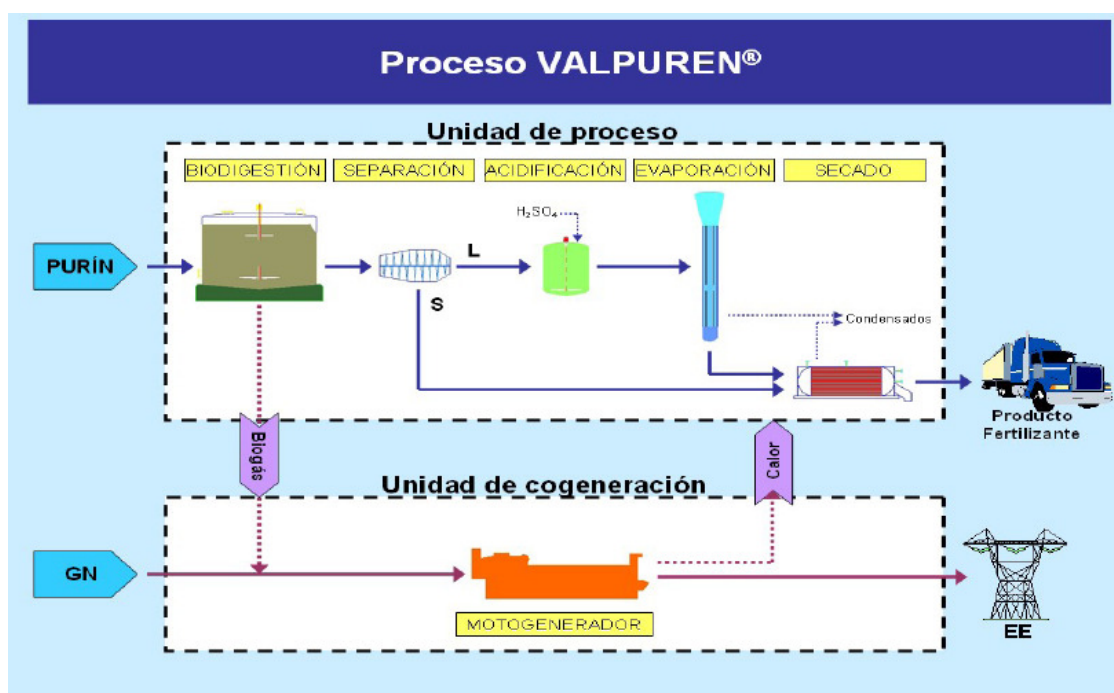


Fig. B.1. _Detalles del proceso Valpuren



- Visita al Centro Tecnológico Giro (Mollet del Vallés, Barcelona)

El centro tecnológico Giro es una de las instituciones punteras en la investigación para el tratamiento i correcta gestión de los residuos orgánicos independientemente de su procedencia.

El objetivo primario del centro es crear una plataforma que integre las actividades de investigación, desarrollo tecnológico, formación de postgrado i continuada i, en general, servicios avanzados de innovación tecnológica, en el campo de la gestión i tratamiento de residuos orgánicos.

Para lograr este objetivo primario, el Centro integrará grupos de investigación dedicados a:

- caracterización y diagnóstico de residuos orgánicos
- desarrollo y optimización de procesos de tratamiento
- desarrollo y optimización de metodologías de gestión
- valorización agrícola y su control
- recuperación de componentes de los residuos, incluida la recuperación energética
- mejora de la gestión económica y ambiental.

La visita al centro se produjo con el objetivo de complementar la formación en el campo de la gestión de residuos orgánicos. Las visitas sirvieron a su vez para completar la búsqueda bibliográfica sobre esta temática y para conocer a uno de los personajes destacados en este campo de investigación: Dr. Xavier Flotats, que con su asesoramiento y consejos ayudó en la correcta elección de tecnologías y variables seleccionadas.

Otro de los logros de estas visitas al Centro fue conocer a la ingeniera agrónoma Ivet Ferrer, que está realizando su doctorado en este centro. A parte de mostrarnos su experimentación sobre digestión anaerobia (tema central de su tesis) y ayudarnos con sus conocimientos, se involucró hasta tal punto en el proyecto que ha acabado siendo la directora del mismo.

- Realización del curso sobre reutilización de aguas impartido en el Museo Agbar y organizado por la *Universitat d'estiu Ramon Llull* 2006.

Los días 3, 4 y 5 de julio del 2006 se realizó un curso denominado: “es posible



reutilizar el agua?” en la sede del museo Agbar.

La temática de este curso resultaba de especial interés por las posibles aplicaciones en Perú. Se trataron diferentes tecnologías para el tratamiento de aguas residuales, entre las que se encontraban las tecnologías de digestión anaerobia, mediante charlas realizadas por expertos en la temática tratada.

El certificado de participación en dicho curso se presenta a continuación:



Figura B.2 Certificado asistencia curso URL



- Realización de un curso de formación en cooperación organizado por el CCD (Centre de Cooperació pel Desenvolupament de la Universitat Politècnica de Catalunya).

Días antes del desplazamiento a Lima se organizó, por parte del CCD, un curso de formación en cooperación. Este curso tubo como objetivo principal dar una formación destinada a la situación sobre la problemática en el tercer mundo, la situación actual del desarrollo a nivel mundial i sobretudo el trato con las personas.

Este curso, totalmente diferente al resto de cursos realizados, tubo un gran valor por la complementariedad con el resto de formación recibida y por la ayuda que supuso de cara a la comprensión de la problemática que estábamos a punto de afrontar.

- Visita a la Cooperativa La Fageda (Olot)

La Cooperativa La Fageda es un ejemplo a seguir por muchos i diferentes motivos y sin duda una visita de gran valor a nivel personal i profesional.

Esta cooperativa, situada en la zona volcánica de Olot, concretamente en la denominada “Fageda d'en Jordà” está básicamente dedicada a la fabricación i comercialización de yogures y otros derivados lácteos y al cultivo y comercialización de plantas ornamentales y árboles frutales. Pero esta cooperativa (dirigida por el Sr. Cristóbal Colón, el premiado como emprendedor social del pasado año) es mucho mas que eso: es un ejemplo de organización, de saber hacer y de superación personal. Esta pequeña factoría de yogures está compitiendo a nivel catalán con una multinacional como Danone con un lema tan simple como el de hacer bien las cosas.

Los trabajadores de esta empresa son básicamente disminuidos psíquicos que aquí han encontrado una salida a una situación que en algunos casos era insostenible, marcada por el rechazo social que llegaba incluso al seno familiar.

Los yogures fabricados en esta cooperativa son de la máxima calidad, con exhaustivos controles y con la producción propia de la leche que posteriormente se utilizará para fabricarlos, leche que ha sido reconocida a nivel nacional por su alta calidad. A parte de la fabricación de yogures de calidad esta cooperativa se encarga (con la misma filosofía) de la gestión y cuidados de los parques y jardines de la comarca.



Esta visita inicialmente se realizó con el objetivo de estudiar los sistemas utilizados para la recogida de los excrementos de las vacas destinadas a la producción de leche y los sistemas de reutilización de aguas y depuración de aguas residuales, puesto que cada uno de los sistemas utilizados representa un ejemplo de tecnología apropiada i optimización de recursos.

El sistema de recogida de excrementos, que funciona mediante palas alargadas accionadas por un sistema hidráulico es un sistema cuya implantación en la realidad peruana es poco más que una quimera. Pero de este sistema se pueden tomar muchas ideas para implantar como el tema de pendientes, lechos, canalizaciones, sistemas de acumulación...

Del sistema de depuración de aguas también se tomó buena nota, pues el sistema consiste en una pequeña depuradora a base de químicos y decantadores (donde se elimina el excesos de ácidos grasos) y una laguna de oxidación donde el agua residual procedente de la depuradora toma unas características apropiadas para retornar a su ciclo vital mediante procesos biológicos y filtraciones a base de una flora apropiada, plantada especialmente para este cometido.

Por a parte del aprendizaje a nivel profesional, la visita supuso un ejemplo de organización y sobre todo de trato con personas desfavorecidas, de una manera en la que todos ganan. La cooperativa se presenta como una de las empresas punteras en su sector a nivel catalán y estas personas se convierten en un personal cualificado y en uno de los principales valores de la institución, sintiéndose así útiles e importantes.

B.2. Trabajo *in situ*

- Visita a *Bioagricultura Casa Blanca* (finca de producción, investigación y capacitación en agricultura ecológica y agro ecoturismo).

Esta visita se produjo en la primera semana de estada en el Perú con el objetivo de indagar en profundidad sobre diferentes tecnologías utilizadas para la gestión de residuos en la propia zona de implantación de nuestro proyecto. Esto era vital a nivel personal, para completar nuestra formación en este campo y poder aplicar todos estos conocimientos en la correcta implantación y diseño de nuestra planta, pero aún de mayor importancia de cara a ejemplificar con casos reales de la realidad peruana aquello que queríamos realizar. Para la sociedad peruana, y aún más en el sector social con el que se trabaja en este proyecto es de vital importancia dar ejemplos



reales de aquello que se quiere realizar y que ellos mismos puedan ver la efectividad de la solución propuesta. Como dice Albina (directora ejecutiva de Ciudad Saludable) “el peruano es como Santo Tomás: ver para creer”.

El contacto se realizó con Carmen Felipe-Morales y Ulises Moreno, los dos Doctores en Ingeniería Agrónoma, profesores retirados de la Universidad Agraria de la Molina, de Lima.

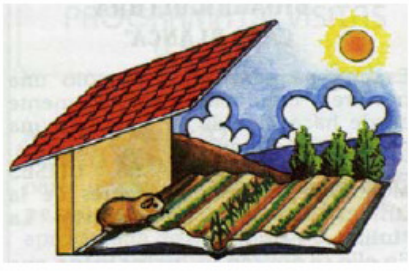
Los doctores disponen de un terreno de una hectárea de extensión en la zona de Pachacamac, Lima. La finca, llamada Casa Blanca, la usan como explotación agraria biológica y para la cría de cuyes. Estos últimos representan una carne muy apreciada en el país, que comercializa a buen precio. Para el tratamiento de las heces de los cuyes disponen de un digestor tipo chino, del cual aprovechan la materia orgánica estabilizada como fertilizante orgánico para las plantaciones y el biogás como sustento energético para cocinar e iluminar. Lo almacenan en cámaras de neumático de camión y lo utilizan igualmente a nivel educativo para escuelas y universitarios. La última adquisición que han realizado es un motor con un grupo electrógeno preparado para funcionar con biogás y mediante el cual logran generar electricidad y, a nivel demostrativo, utilizan la misma para la iluminación de diferentes bombillas en una sala e incluso para poner en funcionamiento una radio con la que el propio Ulises nos deleitó con un baile.

Esta visita incidía en temas prácticos, en los que se debía profundizar, y permitía conocer de primera mano una de las experiencias más exitosas sobre digestión anaerobia realizadas en el Perú. Pero además de la digestión anaerobia, en esta finca también se pueden contemplar y aprender otras prácticas muy interesantes relacionadas con la bio-agricultura, técnicas de riego, compostaje...

Realmente se trata de una visita de la que sacamos muchísimo provecho, tanto en la formación personal, adquiriendo conocimientos que posteriormente fueron puestos en práctica en el diseño de nuestras plantas, como en el aspecto más social, ya que tanto Carmen como Ulises, que guiaron la visita, son personas encantadoras y dispuestas a colaborar, al igual que Beto (Alberto Palomino) que también estaba realizando su tesis en esta parcela sobre digestión anaerobia y al que nunca le faltó tiempo para responder a nuestras dudas.



contacto:

	<p>Bioagricultura Casa Blanca (finca de producción, investigación y capacitación en agricultura ecológica y agroecoturismo).</p> <p>Lote 20 – Parcelación Casa Blanca Pachacámac, Lima, Perú</p> <p>carmenfm@terra.com.pe , carmenfm@ecred.com</p>
---	--

- Visita a la sede que el I.A.A. (Instituto Alternativa Agraria) tiene en Yanaoca (Cusco).

Esta visita sirvió al igual que la anterior a nivel personal para lograr formación en las tecnologías utilizadas en Perú para la gestión de residuos orgánicos, pero especialmente para ilustrar nuestras prácticas con otras experiencias similares a la que se quería implantar y que ya habían resultado exitosas.

Yanaoca se encuentra en el departamento de Cusco, para llegar se tomó un avión que nos trasladó hasta la ciudad de Cusco, de Cusco a la localidad de Combapata se fue en un ómnibus y en Combapata tomamos finalmente un colectivo que nos trasladó hasta la localidad de Yanaoca, a 4100 metros de altura. Combapata está a 20 minutos en ómnibus de Sicuani, lugar donde se pueden tomar los ómnibus que van de este lugar hasta la ciudad de Arequipa, trayecto que demora 8 horas en realizarse. Una vez aquí el retorno a Lima se produjo vía aérea.

Lo primero que realizamos, y que resultó igualmente provechoso de cara al proyecto por el intercambio tecnológico que realizamos, fue establecer contacto con el IAA, que es una ONG peruana que trabaja con las comunidades campesinas para mejorar las condiciones de vida y trabajo de esta población.

Yanaoca es una población de aproximadamente 300 habitantes que se encuentra en la sierra, a 4100m sobre el nivel del mar. El sustento de la población es básicamente la agricultura y toda familia en la zona posee un mayor o menor número de reses, por este motivo la implantación de un sistema de Digestión Anaerobia en estas condiciones tan adversas podía ser muy satisfactorio para la población.

Por la noche la temperatura alcanza valores que se sitúan por debajo de los 0°C, circunstancia que dificulta de manera drástica la implantación de la tecnología.

Davide, un estudiante de ingeniería industrial de la UPC, decidió trabajar en estas



condiciones para intentar implantar la tecnología y llegar así a producir un biogás de gran utilidad para las familias. Su estada en el lugar duró un total de cinco meses, tiempo en el cual puso en práctica diferentes sistemas para intentar producir y optimizar esta producción.

Actualmente, después de todo este período de experimentación, en Yanaoca hay funcionando dos digestores que trabajan en continuo. Los digestores están formados por doble capa de unas mangas plásticas que poseen únicamente 3 orificios:

- Un orificio de entrada por el cual se alimenta el digestor con las heces de los animales que la familias usuaria de la tecnologías posee (en uno de los casos incluso se ha diseñado una pequeña letrina para la familia, conectada directamente al orificio de alimentación del digestor permite que las excretas de toda la familia participen directamente en la producción del preciado biogás que les sirve para cocinar). Las heces de los animales son mezcladas con agua (sin ninguna precisión, simplemente lo necesario para que el orificio de entrada no se obstruya), agua que en el lugar es abundante y que por lo tanto no supone un gasto extra excesivo para los usuarios.

- Un orificio de salida por el cual se recoge el fertilizante líquido en exactamente (mas o menos) la misma proporción en que el digestor se alimenta. El procedimiento de llenado-vaciado es diferente en ambos casos: en uno de ellos el digestor se alimenta primero y posteriormente se recoge el fertilizante líquido (biol) que es posteriormente utilizado para fertilizar los campos, en el segundo primero se recoge el biol y posteriormente se llena con las heces mezcladas con agua del día. El llenado-vaciado no es regular, sino que después del tiempo destinado a poner en funcionamiento el sistema (un mes y medio aproximadamente) se va llenando y vaciando según la materia prima producida en sus granjas.

- Un orificio para la salida del gas, situado en la parte superior del digestor y mediante el cual se canaliza la producción de biogás.

A más de el digestor en si existe todo un sistema destinado al manejo del biogás. Esta instalación empieza en el orificio de salida del gas. Este orificio está perfectamente sellado a una tubería que conduce el gas desde el digestor hasta un acumulador fabricado igualmente con mangas plásticas. Aquí se acumula el gas esperando a su utilización para la cocción de alimentos. Cuando se quiere disponer del gas se aumenta la presión del sistema mediante el desplazamiento de un sistema de pesas colocado justo sobre el acumulador. Se dejan caer estas sobre el acumulador y el gas es recirculado hasta la cocina, donde se realiza la cocción de alimentos.

Para el correcto funcionamiento del sistema y la optimización del mismo se han



dispuesto diferentes elementos de seguridad y optimización:

- Elementos de **seguridad**:

En la conducción que va desde el digestor hasta el acumulador de gas se ha colocado una válvula de seguridad. Realizada con una botella agujereada está calibrada para impedir que una subida de presión pudiera malmeter la sensible manga plástica, de manera que si la presión sube por encima del valor establecido el gas burbujeará y nunca existirá la posibilidad de reventar la manga.

En la conducción que va desde el acumulador de gas hasta la cocina se ha dispuesto un manómetro para tener controlada en todo momento la presión del sistema.

A lo largo de las diferentes conducciones se presentan igualmente válvulas que permiten cerrar el sistema en un momento determinado.

- Elementos de **optimización**:

Para conseguir una optimización en la producción de biogás es importante que la temperatura se acerque lo máximo posible a los 35°C aconsejables para trabajar en rango mesofílico. Con el propósito de subir la temperatura tanto como fuera posible y de proteger el sistema a los bruscos cambios día/noche de la sierra se diseñó un invernadero donde ahora se encuentran los digestores. Además de este sistema se ha protegido el digestor aislándolo del suelo mediante cañas, evitando el enfriamiento por contacto directo y las posibles roturas de la manga. Finalmente se decidió tapar el digestor cada noche con mantas, de manera que la temperatura se pueda conservar durante la noche.

Finalmente decir que para la puesta en marcha del sistema se utilizaron como inóculos lodos del fondo de un lago cercano a la población y rumen, mezcla que dio unos buenos resultados.

- **Experiencia en Pucallpa (Ucayali).**

El desplazamiento a esta ciudad de la selva peruana, que se realizó en avión tanto a la ida como a la vuelta, se produjo con el objetivo principal de participar en la puesta en marcha de una microempresa destinada al manejo de los residuos sólidos del municipio. De esta experiencia se sacaron dos importantes factores como fueron el conocimiento *in situ* de diferentes tecnologías y sistemas utilizados para el manejo de residuos sólidos y el segundo participar en la campaña de sensibilización de la población para una correcta gestión de los residuos sólidos, de donde se sacó experiencia para realizar una nueva campaña de sensibilización en el lugar de implantación del presente proyecto.



El proyecto de creación de esta microempresa se inició con el estudio detallado de la problemática que giraba entorno al botadero de Pucallpa. En el momento en que se planteó realizar este proyecto el botadero se encontraba dentro de la misma ciudad y en él vivían gran número de familias cuya economía giraba entorno al botadero, dedicándose desde el mayor hasta el más pequeño de estas a la recuperación de materiales reutilizables de las basuras del botadero para su posterior venta y conseguir así un mínimo sustento económico.

Como primera medida se optó por trasladar el botadero existente en la ciudad al exterior de la misma, al llamado “kilómetro 22”. Este lugar es totalmente provisional, ya que la zona tampoco cumple con los mínimos requisitos para la implantación de un botadero. La municipalidad está trabajando de la mano de la ONG Ciudad Saludable para la adecuación de un botadero en un lugar aconsejable.

La siguiente medida fue la creación de una microempresa donde representantes de las familias que trabajaban en el botadero se pudiesen organizar para trabajar en la recogida de residuos sólidos. Se constituyó una microempresa con un total de 12 miembros representantes de las diferentes familias y de la mano de la municipalidad se acordó que esta fuese la encargada de la recolección y gestión de los residuos sólidos en la ciudad de Pucallpa. Se puso a disposición de los miembros material, uniformes, triciclos y un lugar donde realizar la gestión de los residuos, donde poder separarlos y gestionarlos independientemente e incluso donde poder generar compost a partir de los residuos orgánicos.

El proceso de recogida de los residuos se realizaría puerta a puerta, pasando alguno de los miembros de la microempresa con su respectivo triciclo adaptado y retirando cada día de la semana un tipo de residuo diferente:

- Lunes, miércoles y viernes: residuos orgánicos.
- Sábado: Materiales reciclables (plásticos, vidrios, papel y cartón y metales).
- Martes y jueves: resto de residuos que no se encuentran en ninguno de los casos anteriores.

En nuestro desplazamiento a Pucallpa cumplimos con los siguientes objetivos:

- Colaborar directamente en la puesta a punto de todas las instalaciones para la inauguración de la microempresa.
- Conocer una de las estrategias utilizadas por la ONG Ciudad Saludable para solucionar problemas con la gestión de residuos sólidos en diferentes ciudades del país.



- Colaborar en la formación de los miembros de la microempresa de nueva creación.
- Realizar un trabajo de sensibilización puerta por puerta sobre la correcta gestión de residuos y la labor de la nueva microempresa en la ciudad. La documentación entregada por las casa en esta tarea se adjunta al final de este anexo.
- Conocer las tecnologías utilizadas en la planta de gestión de residuos de la microempresa.
- Visitar otras plantas que tiene en funcionamiento la ONG en esta misma ciudad para la gestión de residuos orgánicos. En este caso se trabaja con lombrices para la obtención de Humus. Se trabaja residuos orgánicos y excretas de diferentes animales (cuyes, vacas, chanchos...) como materia prima. Disponen igualmente de áreas demostrativas .El producto resultante tiene gran aceptación en la zona.
- Experimentar en el trato con personas, tanto con los miembros de la microempresa, que se mostraban receptivos por todo aquello que les pudieras explicar y comunicativos con todo lo que te pudiesen aportar a ti, como con los ciudadanos en la campaña que se realizó puerta a puerta, que fue todo un reto exitoso que sirvió de gran experiencia de cara a la futura sensibilización a realizar en Ventanilla.

La experiencia de Pucallpa ha sido una de las más enriquecedoras a nivel personal debido a la unión entre el conocimiento de tecnologías y el trato directo con personas tanto con los sectores mas desfavorecidos, que ahora forman la microempresa, como con el pueblo y futuros usuarios de la microempresa.





Figura B.3. Documentación entregada en Pucallpa

- Curso realizado en la universidad de San Martín (Moyobamba, San Martín).

El desplazamiento de Lima a Moyobamba se realizó por carretera, trayecto que demoró un total de 24 horas. El viaje se realizó en 2 tramos, el primero fue desde Lima hasta Chiclayo y el segundo de Chiclayo hasta Moyobamba cruzando los Andes. El retorno se realizó en avión directo de Tarapoto (ciudad que se encuentra a 2 horas en taxi de Moyobamba) hasta Lima.

Moyobamba es una pequeña ciudad que se encuentra en el departamento de San Martín, dentro de la selva peruana. La actividad principal de este viaje fue la participación como ponente en el curso "*Depuración de efluentes mediante sistemas biológicos*" realizado del 17 al 20 de Julio del 2006, organizado por la Facultad de Ecología de la UNSM-T, la Cátedra UNESCO de la universitat Ramon Llull, Ciudad Saludable y TCJ Tracjusa; con duración de 16 horas lectivas y cuyo certificado de participación se adjunta al final del presente apartado.

En estas jornadas se participó explicando mediante clases teórico-prácticas todo tipo de detalles sobre los procesos de digestión anaerobia, las diferentes tecnologías y procesos utilizados y igualmente diferentes ejemplos de tecnologías utilizadas en Perú



con eficiencia ya contrastada. Una vez acabada la charla teórica, que se realizó con el soporte de una presentación realizada en “power point” y con la interacción continua de los asistentes a la charla, se procedió a realizar una parte práctica, en la cual se construyó un digestor de 5 litros de capacidad y un sistema de acumulación y medida del gas generado. Se puso en marcha con la colaboración de los asistentes y finalmente se constituyó un equipo de seguimiento del digestor formado por estudiantes de la facultad de Medio Ambiente de San Martín. Se realizó una breve formación en dicha tecnología y se establecieron contactos para el mantenimiento del digestor y un continuo intercambio de información.



Figura B.4. Certificado ponente curso UNSM-T



C. Contexto de Ventanilla

Ventanilla, distrito en el que se encuentra la zona de estudio y desarrollo del proyecto, pertenece a la provincia de Lima, departamento de Lima, fue fundada por ley, el 28 de enero de 1969, consta de 73.052 Km² cuenta con una población de 160 mil habitantes, es el distrito más grande del Callao y está ubicado al norte del mismo, separado del resto de la provincia por el río Chillón.

El distrito de Ventanilla está ubicado en la zona Centro Occidental del país, sus coordenadas son 11° 51' 20" latitud sur, y 77° 04' 25" longitud este, meridiano de Greenwich. Constituye el 51% de la extensión territorial de la Región Callao.

Está conformado por ocho (8) urbanizaciones, más de 160 asentamientos humanos, y cuenta con una población aproximada de 400,000 habitantes.

Como zona integrante de este territorio se ubica el área denominada Parque Porcino de Ventanilla. La zona posee las mismas características fisiográficas correspondientes al distrito. En la actualidad cuenta con 2200 familias que lo habitan y cuya actividad de subsistencia es la crianza de ganado a pequeña escala.

- Territorio

El área correspondiente al Parque Porcino cuenta, como ya se mencionó anteriormente con las mismas características fisiográficas correspondientes al distrito y a la región, por lo que se describen a continuación dichas particularidades.

El Distrito de Ventanilla limita por el norte con el Distrito de Santa Rosa, por el sur con la Provincia Constitucional del Callao y el Distrito de los Olivos, por el este con Puente Piedra y por el oeste con el Océano Pacífico.





Figura C.1. Situación de Ventanilla

- Clima

El clima en el Distrito de Ventanilla es típico de la costa peruana. El llamado fenómeno de inversión térmica determina que la zona esté cubierta por una capa de neblina casi todo el año, que trae aparejada una elevada humedad que ronda el 80 y 90%.

A pesar de esta elevada humedad, producida por la cercanía al mar y por la evaporación de sus aguas, apenas llueve. Una combinación de factores explica esta situación; entre éstos se cuentan la influencia de las aguas frías de la Corriente Peruana o de Humboldt, la acción de la cordillera de los Andes que detiene los vientos cargados de lluvias de la selva y la acción del anticiclón del Pacífico Sur. Estos factores, en su conjunto, provocan la formación de nubes a baja altitud (neblina), que nunca llegan a descargar lluvias de importancia. Mar adentro, sin los factores antes mencionados, sí se producen lluvias abundantes, a 250 ó más kilómetros de la costa.



Las temperaturas medias oscilan entre 22°C verano y 17°C en invierno. Los vientos están determinados por la interacción entre la tierra y el mar. De día la tierra se calienta más rápidamente que el mar y los vientos soplan desde el mar frío a la tierra caliente. De noche se produce lo contrario: la tierra se enfría más rápidamente que el mar y los vientos soplan en dirección inversa. De esta manera, el mar tiene un efecto atenuante sobre el clima del litoral, permitiendo un clima más templado del que existiría sin su presencia.

- Unidades hidrográficas

El río Chillón, cuenta con un bajo nivel de aguas a comparación del Rímac, marca el límite entre los distritos de Ventanilla y El Callao. El caudal obedece a un régimen estacional y aumenta en los meses de verano, cuando es temporada de lluvias en la sierra. En el invierno, su caudal disminuye visiblemente.

- Aspectos sociales

Ventanilla es uno de los distritos de mayor crecimiento dentro de la Provincia del Callao y se puede considerar como un distrito receptor de población. Pasado el censo de 1981, aconteció en esta zona un fuerte movimiento migratorio, el cual hizo que su población casi llegara a quintuplicarse.

El crecimiento vertiginoso de Ventanilla, principalmente de nuevos Asentamientos Humanos estaría revelando que la población que inmigra hacia este distrito, proviene de sectores de muy bajos ingresos, que son desplazados de otras áreas, como en Pachacútec, generado por la reubicación de población excedente de Villa el Salvador; crecimiento que es mayor con la ejecución del proyecto habitacional Pachacútec.

- Aspectos económicos

En el distrito de Ventanilla se encuentran 200 centros educativos (entre estatales y particulares), 40 mercados (entre formales y paraditas), 2 postas médicas, 13 centros de Salud y aproximadamente 52 empresas industriales resaltando la refinería de La Pampilla (REPSOL).

i. Agricultura y ganadería: En el Distrito de Ventanilla la zona agrícola se localiza dentro de los linderos del Proyecto Ciudad Pachacútec, el balneario de Ventanilla y la carretera a la playa colindando con los asentamientos humanos Defensores de la Patria y Licenciados de las Fuerzas Armadas y,



con la Asociación de Vivienda Los Carrizales.

Tanto la actividad agrícola como pecuaria se encuentran en disminución; actualmente, en las 210.12 has., en que se desarrolla la actividad agrícola, se cultiva maíz amarillo, maíz chala, plátano, tuna, verduras, fréjol, camote y totora.

La actividad ganadera se divide básicamente en la crianza de aves y ganado porcino, así se ubican 286 has cercanas a los humedales y a los asentamientos humanos El Golfo y San José, ocupadas por granjas avícolas. La crianza de ganado porcino a su vez se concentra en la zona de estudio, denominada Parque Porcino de Ventanilla.

ii. Pesca: Esta actividad en la actualidad consiste en pesca artesanal no masiva ni industrializada.

iii. Industria: El distrito actualmente esta considerado como uno los más grandes territorios industriales del país. Posee 52 instalaciones industriales, siendo la más importante la Refinería La Pampilla que se encuentra ubicada al norte del Callao, en el distrito de Ventanilla, con una capacidad de refino de 100,000 barriles por día, su producción abastece gran parte del consumo de Lima con gasolina, kerosén, petróleo, diesel y residual.

iv. Turismo: Ventanilla cuenta con recursos turísticos como son restos arqueológicos de hace 10 500 o 11 000 años a.C. A su vez entrando por la Av. La Playa, al Norte y Sur se encuentra un área de lagunas naturales y artificiales conocidas como los Humedales de Ventanilla donde se puede observar la flora y fauna propia de ese lugar; así también la existencia de algunos restos arqueológicos. Actualmente la Municipalidad Distrital de Ventanilla, la Defensoría del Pueblo del Callao, INRENA, la Comisión Ambiental de Ventanilla, Alternativa Centro de Investigación Social y Educación Popular, y el Comité Vecinos en Acción por los Humedales de Ventanilla elaboran gestiones para preservar esta área viva y natural y promoverla como atractivo turístico.



- Infraestructura y servicios

ii. Educación El Distrito de Ventanilla cuenta actualmente con 200 centros educativos entre particulares y nacionales, ningún centro de educación superior universitaria, los cuales se encuentran distribuidos en todo el Distrito.

ii. Salud Los establecimientos de salud actualmente son dos postas médicas y trece centro de salud que no cubren en su totalidad la demanda de asistencia médica de la población, dejando un déficit de 92.56% de población atendida, siendo el Distrito de la provincia del Callao, el que posee mas problemas de cobertura de servicio.

iii. Saneamiento básico El distrito de Ventanilla, se caracteriza por tener condiciones deficientes de saneamiento básico, presenta los indicadores de cobertura de servicios más deficitarios, pues el 70% no cuenta con abastecimiento de agua, el 74% no está conectado a la red de desagüe y el 43.70% no dispone de energía eléctrica.

El distrito de Ventanilla se encuentra abastecido por dos sistemas de generación de agua potable: el sistema de pozos de Zapallal y el de pozos de Carabayllo, que a continuación se describen:

- El sistema de pozos de Zapallal está conformado por 3 pozos ubicados a la altura del Km 27 de la carretera Panamericana Norte. El agua de los pozos operativos es conducida a un reservorio de cabecera y dos reservorios ubicados en la Urbanización Satélite.
- El sistema de pozos de Carabayllo, compuesto por 7 pozos ubicados en este distrito, el agua es conducida a una cisterna desde donde se bombea a los 3 reservorios de cabecera ubicados en la urbanización Antonia Moreno de Cáceres, en Ventanilla mediante una línea de impulsión.

Los principales problemas del agua y desagüe son los siguientes:

- Poblaciones con acceso limitado a los servicios.



- Consumo de agua con niveles de contaminación.
- Arrojo al mar de aguas crudas contaminantes.

Además se puede señalar como causas del problema de acceso limitado a los servicios de agua y alcantarillado, las siguientes:

- Crecimiento de ocupaciones poblacionales más rápido que la infraestructura.
- No existe factibilidad de nuevas fuentes de agua en el corto plazo.
- Infraestructura antigua y obsoleta.
- Servicio discontinuo: 65 % de las conexiones en Ventanilla solo reciben menos de 9 horas y el 6.28 % son pilones.
- Consumo de agua con niveles de contaminación.
- Contaminación de agua superficial por riego con aguas servidas del colector "Comas".
- Manejo inadecuado de infraestructura de almacenamiento de agua.
- Sistemas informales de abastecimiento de agua.
- Desagües sin tratamiento son arrojados al mar.
- La mayor parte de los residuos líquidos hospitalarios y de otras instituciones especializadas no son tratados.

El área crítica la constituyen aquellas zonas que han soportado las ocupaciones poblacionales y particularmente la zona de Ciudad Pachacútec, donde el 42 % de su población no tiene servicio de agua.



C.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS A NIVEL DE DISTRITO

C.1.1. Generación

Como se mencionó anteriormente en el distrito de Ventanilla se encuentran 200 centros educativos (entre estatales y particulares), 40 mercados (entre formales y paraditas), 2 postas médicas, 13 Centros de Salud y aproximadamente 52 empresas industriales resaltando la refinería de La Pampilla (REPSOL). La población estimada por el INEI (Censo 2005) es de 180,139 habitantes, (incluye la proyección estimada de la población de Nuevo Pachacútec de 35,000 habitantes), que generan en promedio 87.91 toneladas diarias; entre los centros educativos y los mercados generan 13.19 toneladas diarias, es decir un total de 101 toneladas diarias de residuos sólidos, además se estima que se generan 32 toneladas diarias de desmonte.

Ventanilla es el único distrito del Callao que cuenta con un Estudio de generación y caracterización de sus residuos sólidos, el mismo que ha arrojado los siguientes resultados:

❖ Producción diaria por habitante:	0.488 Kg/hab-día
❖ Materia orgánica:	30% en peso
❖ Papel y cartón:	11% en peso
❖ Plásticos:	8% en peso
❖ Metal, vidrio:	5.5% en peso
❖ Otros materiales reciclables:	8% en peso
❖ Material de rechazo:	38.5% en peso

C.1.2. Recolección y transporte

La Municipalidad Distrital atiende el servicio de limpieza pública a través de la Empresa Municipal de Limpieza de Ventanilla –EMLIVEN, empresa constituida en el año de 1992 por la municipalidad distrital de Ventanilla, que cuenta con 113 trabajadores, entre



administrativos (13), supervisores (8), chóferes (8), operarios (24), barredores (18) mecánicos y vigilantes (42). Equipada con 3 compactadoras, 5 volquetes y 3 cargadores frontales. Tiene la responsabilidad del servicio de barrido, recolección de escombros, recolección y transporte de los residuos sólidos.

En Ventanilla el servicio de recolección domiciliaria tiene una frecuencia diaria, de modo que las 101 toneladas diarias que se generan, son recolectadas y transportadas por la municipalidad hasta el vertedero “La Vizcacha” donde dispone diariamente 58 toneladas entre residuos domiciliarios de mercados y puntos críticos, estimando que existen residuos sólidos que no son recogidos y, en muchos casos quemados o enterrados en los mismos lugares de generación.

C.1.3. Disposición final

La disposición final se realiza en el vertedero de “La Vizcacha” donde se depositan las 58 toneladas diarias que produce el Distrito. Este vertedero ya está en proceso de cierre definitivo por lo que se realizan las acciones respectivas de traslado de instalaciones.

C.1.4. Manejo de escombros, desmontes o restos de construcción

La municipalidad no tiene la información sobre la recogida ni los lugares de destino final de las 32 toneladas diarias de desmontes generados.

En la ciudadela Pachacútec los vecinos son los que se han organizado para hacer la recolección de sus residuos domiciliarios, trasladando éstos hacia los botaderos denominados La Sábana y La Franja donde arrojan un estimado semanal de 300 toneladas.

La Dirección de Salud I – Callao ha monitoreado el botadero “El Mango” ubicado en la margen derecha del río Chillón, donde se dan actividades de recuperación de metales, el botadero en la desembocadura del río Chillón (1.25 Ha) con arrojo de basura doméstica (A.H. Víctor Raúl Haya de La Torre) y desmonte. Una situación especialmente difícil se presenta en la playa Costa Azul de Ventanilla, ya que las basuras arrojadas a lo largo de la ribera del río Chillón desembocan en el mar y debido a



las corrientes marinas, se depositan en sus 7 kilómetros de litoral.

C.2. PROBLEMÁTICA DEL DISTRITO

La problemática del distrito en cuanto al tema de residuos sólidos, descrito en el “Diagnóstico Participativo: Situación Ambiental de la Provincia Constitucional del Callao”, elaborado por el Consejo Nacional del Medio Ambiente es la siguiente.

C.2.1. Gestión de residuos sólidos domiciliarios

- a) El servicio de limpieza pública no responde a un sistema planificado de trabajo, reacciona a los hechos o ante determinada coyuntura, dejando de lado una actitud dinámica y previsor, más acorde con la prestación de un servicio social.
- b) Las municipalidades distritales no cuentan con información sistematizada de la prestación de cada uno de los servicios de limpieza pública que ofrecen, tampoco de la información administrativa, económica y financiera para un adecuado manejo de la gestión de sus residuos sólidos.
- c) Dadas las limitaciones de información y la falta de personal capacitado de las que adolecen las Direcciones de Servicio Comunal o las Oficinas de Limpieza Pública, éstas desconocen cuál es el costo efectivo del servicio que ofrecen y mucho menos cuentan con una determinación de sus estructuras de costos.
- d) Al final la estructura de costos resulta ser una estimación muy general de lo que se cree se va a gastar en un servicio que no ha sido planificado y por lo tanto no cuenta con metas ni objetivos.

C.2.2. Gestión de los residuos sólidos industriales

1. La mayoría de industrias ubicadas en el distrito, no muestran disposición para dar información de la generación, características y manejo de sus residuos, a pesar de los reiterados requerimientos de las autoridades.



2. El Callao no cuenta con un manejo sistematizado provincial de los residuos sólidos industriales incluidos los peligrosos.
3. No se cuenta con una normatividad sobre el adecuado manejo de los residuos industriales y tampoco se incorporan las consideraciones señaladas en la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos.

C.3.3. Gestión de los residuos sólidos hospitalarios

1. Aún subsiste que algunos centros hospitalarios usan el servicio convencional de recolección de residuos domiciliarios de las municipalidades distritales, sin tratamiento aislado ni especializado.
2. No se conoce el destino final de los residuos sólidos hospitalarios recolectados por unidades particulares en los centros hospitalarios de la provincia; sólo se tiene una información de los vehículos recolectores.
3. El tema de la disposición final tiene un tratamiento similar a lo señalado para los residuos industriales, sólo la referencia comentada que parte de los residuos estarían siendo trasladados a rellenos sanitarios ubicados en la provincia de Lima.
4. Al no contar con un sistema conocido de recolección y transporte de los residuos hospitalarios e industriales se podría estar generando una situación de “comercialización informal”, lo cual atenta contra la salud de toda la población.
5. Finalmente se debe señalar que el tema del manejo integral de todos los residuos de la provincia pasa por una inadecuada disposición final y la no implementación de la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos.

C.4 DIAGNOSTICO DEL PARQUE PORCINO DE VENTANILLA

El Parque Porcino de Ventanilla se ubica en una zona también denominada "Pampas de los Perros", como ya mencionamos anteriormente esta zona pertenece al Distrito de Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao, localizado a una latitud de 11 ° 54'



27.6" S, longitud de 77° 06' 32.91" O y altitud de 208 m sobre el nivel del mar.

Esta zona destinada principalmente a la crianza de cerdos se caracteriza por tener un tipo de explotación no tecnificada y estabulada, no cuentan con un sistema de recolección y disposición de excretas, orines o residuos causados por la alimentación. La infraestructura para la construcción de los corrales es mayormente a partir de material rústico (madera y latones), se ve también que comúnmente utilizan todo aquel material que normalmente se consideraría material inutilizable, para formar parte de la infraestructura de las porquerizas o ambientes para la crianza.

El área está constituida por 840 hectáreas y 2200 ganaderos y sus familias, agrupados socialmente mediante la Asociación de Pequeños Empresarios del Parque Porcino de Ventanilla. No cuentan con otras agrupaciones o instituciones religiosas o sociales.

Las 840 hectáreas que conforman el Parque se encuentra dividido en 13 zonas y 5 sectores. La división por zonas es la más antigua y de terrenos más grandes, los sectores en cambio son los últimos anexos sumados al territorio del Parque.

Aún cuando la característica principal del Parque así como de la zona de estudio, es la crianza de cerdos como actividad de subsistencia, existe una diferencia sustantiva que se debe mencionar, la variación en la capacidad de crianza de los cerdos varía mucho, dentro de una misma zona se pueden encontrar ganaderos que cuentan con 400 cabezas de ganado, y a aquéllos que sólo poseen 10 cerdos y no cuentan con las condiciones necesarias para criar más.

C.4.1 Servicios básicos

En cuanto a los servicios, la mayoría de estos establecimientos no disponen de letrinas. No disponen de instalaciones de agua y desagüe. El agua empleada para la limpieza y alimentación de los animales es comprada para ser almacenada en bidones de plástico, cilindros de metal, o tanques de cemento comunitario o individual. La luz utilizada por las granjas es clandestina, casi en su mayoría alquilada de locales o viviendas próximas a la Av. Principal Néstor Gambeta, que cuentan con el servicio brindado por la empresa eléctrica EDELNOR. Las conexiones para conducir la energía



eléctrica hacia cada granja son totalmente precarias y peligrosas.

La zona de estudio, Zona 13 del Parque, actualmente cuenta con un tanque abastecedor de agua potable ubicado en lo alto del cerro, que no presenta problemas de funcionamiento pero que sin embargo no viene siendo utilizado debido a conflictos en cuanto al abastecimiento y pago del servicio. Durante el desarrollo del proyecto las cantidades de agua utilizadas tuvieron que ser compradas a camiones cisterna que abastecen en la zona.

C.4.2. Alimentación del ganado

El alimento de los cerdos, en la mayoría de los casos, es básicamente elaborado con residuos de restaurantes, restos de frutas y vísceras de aves, que muchas veces adquieren a un precio módico en restaurantes y mercaditos (a un costo de S/ 2 por cilindro de 225 litros de volumen), adicionando afrecho en cantidades mínimas. El alimento es repartido hasta dos veces al día según la edad en la que se encuentra el animal. Menos del 10% de los criadores alimenta a sus animales con dieta pienso comercial y cumplen con un plan sanitario aparentemente adecuado.

El transporte de alimentos se realiza mediante el uso de camionetas propias o por medio del alquiler de este tipo de movilidad por el precio de S/.15 a S/.20 soles según la distancia a la que se tenga que ir a recoger el alimento. No todos los ganaderos poseen transporte propio ni el mismo número de animales a los cuales alimentar.

El agua que los animales beben, como ya se mencionó, es agua potable que es comprada a camiones cisterna que abastecen la zona. La cantidad de agua que se les da es proporcional a la ración de comida que les corresponde y se les coloca en los bebederos artesanales al mismo tiempo que se les reparte el alimento.

C.4.3. Generación de residuos sólidos en el Parque Porcino

Debido a la precariedad de las condiciones socioeconómicas de los pobladores del Parque Porcino, la generación de residuos en cada granja se centra en la actividad productiva de crianza de cerdos y menor proporción en las actividades que se realizan



cotidianamente dentro de las viviendas de cada granja. Considerando por separado las fuentes de generación de residuos que resultan ser bastante diferenciadas, obtenemos la siguiente clasificación:

C4.3.1. Residuos generados dentro del hogar

Residuos orgánicos: Residuos provenientes de la alimentación de los miembros que habitan la vivienda, así como animales domésticos que habitan en la vivienda, muchas veces perros, gatos, pollos y distintas aves entre otros. De los servicios higiénicos se genera muy poca cantidad de papel higiénico, el cual se utiliza poco y una gran cantidad de papeles de libros y cuadernos que se utilizan para fines higiénicos también.

Residuos inorgánicos: Residuos provenientes de las actividades realizadas comúnmente en el hogar, entre ellos se encuentran objetos de plástico, vidrios, metales, telas, entre otros. Estos objetos como se mencionó antes debido a la baja capacidad adquisitiva de los pobladores resulta ser muy escasa.

C.4.3.2. Residuos generados por la actividad porcícola

Residuos orgánicos: Resultan ser los residuos de mayor cantidad dentro del flujo de actividades dentro de la granja. Dentro de estos podemos encontrar residuos fecales, muchas veces mezclado con tierras, orines y residuos orgánicos producto de la alimentación de los cerdos; restos orgánicos generados al momento del parto de las marranas, cuerpos de las crías que muchas veces mueren asfixiados por las mismas madres o por alguna enfermedad, cuerpos de otros animales de la zona como ratas y también palomas que suelen verse en cantidades significativas.

Residuos inorgánicos: Aquellos objetos que sirven para el manejo y la alimentación del ganado, tales como baldes de plásticos y maderas. También los residuos que se encuentran dentro de los cilindros con comida de restaurantes destinados a la alimentación del ganado, dentro de estos se encuentran bolsas, botellas, plásticos entre otros, los cuales son separados y almacenados para poder venderlos en el momento adecuado y generarles ingresos extras.



Residuos peligrosos: Aquellos provenientes de los productos químicos utilizados para el control sanitario de los cerdos, para la limpieza, desinfección y fumigación de la granja. Dentro de los productos químicos utilizados para uso sanitario se encuentran las vacunas, desparasitadores, medicinas e inyecciones, entre otros. Mientras que para la limpieza, desinfección y fumigación se utilizan muchas veces agua mezclada con fuertes detergentes y ácidos.

C.4.4. Problemática dentro de las granjas del parque porcino

La problemática dentro de la granja no tiene su causa principal en la adquisición de elementos que luego de pasado su tiempo de vida puedan ser considerados como residuos o desechos, sino mas bien por el destino final que se les da a aquellos residuos por la crianza de cerdos. Para poder describir las condiciones finales de cada tipo de residuo, se hace la siguiente diferenciación:

C.4.4.1. Residuos generados dentro del hogar

- **Residuos orgánicos:** Los residuos de cocina que son generados para la alimentación de los miembros del hogar se utilizan totalmente para la alimentación de los animales domésticos que habitan dentro del hogar y en el caso de los cerdos para su alimentación. El papel generado en casa, cartones y papel higiénico o papel en si utilizado en los servicios higiénicos es enterrado dentro o en las afueras de la granja para su descomposición o para luego ser quemados con los demás residuos generados.

- **Residuos inorgánicos:** Casi siempre son enterrados o quemados y en otros casos pasan a formar parte principalmente del gran número de escombros y desechos que conforman la infraestructura de todas las granjas y su paisaje más común.

C.4.4.2. Residuos generados por la actividad porcícola



- **Residuos orgánicos:** Este tipo de residuos resulta ser el más preocupante para la situación de la granja, debido a su mal manejo y disposición. Las porquerizas en la mayoría de los casos no cuentan con suelo de concreto, infraestructura apropiada para la alimentación, ni sistema de canalización de líquidos y excretas es por esta razón que resultan mezclándose los restos de alimentos con excretas y orines en los suelos, lo cual hace mucho más difícil su recolección y disposición.

En cuanto a los residuos de restaurantes, estos son almacenados en cilindros con tapas inadecuadas hasta por dos o tres días según el número de animales que se vaya a alimentar, estos cilindros se encuentran ubicados fuera de las granjas pero debido a la acción de extraer el alimento varias veces al día, se generan acumulaciones de desperdicios alrededor del mismo.

A esto se le debe sumar el gran número de animales muertos por aplastamiento o enfermedades respiratorias, los cuerpos son enterrados dentro de las mismas granjas en los lugares que se crea convenientes.

En forma general, los desechos orgánicos (excretas, orines, paja entre otros restos orgánicos) son almacenados fuera de las granjas para que se vayan perdiendo humedad y puedan ser quemados posteriormente.

- **Residuos inorgánicos:** Como ya se mencionó, muchos de los residuos inorgánicos generados por las actividades de la granja son vendidos como materiales reciclables, pero además de éstos existen aquéllos que no pueden ser comercializados ya sea por su condición o mal estado y que terminan formando parte de la infraestructura de las porquerizas. Objetos como maderas, plásticos, metales que terminan siendo acondicionados como techos, paredes o colocados en esquinas o en los caminos.

- **Residuos peligrosos:** El problema en este caso deriva de la manipulación de los productos químicos utilizados para uso sanitario de los animales, así como para la higiene y limpieza. En general los elementos utilizados para ambos casos son muchas veces almacenados en zonas inapropiadas de las viviendas como en la cocina, y en los dormitorios, desconociendo las condiciones en las que debieran ser conservados cada uno



de ellos.

En el caso de los de uso sanitario para los cerdos, son los mismos porcicultores que muchas veces se guían por sus propios conocimientos y un poco de intuición para administrarlos, por tanto desconocen su composición, formas de uso y aún más, la disposición que se les debe dar al terminar de usarlos.

Tipo de químico	Frecuencia de uso
Calmagine	Esporádicamente
Vermectin	Esporádicamente
Oxina	<ul style="list-style-type: none"> • En el parto • En lactancia • Esporádicamente
Vegenciana	<ul style="list-style-type: none"> • Al ser castrados • Esporádicamente
Cetrivit AD3E	Esporádicamente
Emicina	Esporádicamente
Hierro	En lactancia (recién nacidos)
MVA9	Esporádicamente

Figura C.2. Químicos utilizados

Lo mismo sucede con los productos de limpieza los cuales suelen ser muy fuertes y nocivos, entre estos podemos mencionar, los detergentes de ropa, cloro, ácido muriático, sosa cáustica.

La manipulación de estos químicos se realiza sin ningún tipo de protección como lo son



guantes y lentes de ser necesario.

Los envases que contienen los medicamentos y los productos de limpieza, restos de químicos y materiales como inyectables son colocados junto a los restos generados en el hogar, los cuales como ya se mencionó pueden ser enterrados o quemados.

C.5. EFECTOS DE LA PROBLEMÁTICA

La problemática de los residuos sólidos antes descrita, genera los siguientes efectos perjudiciales.

Campos de afectación:

- **Salud:** Debido a la falta de salubridad en la crianza de los cerdos, debido principalmente a la escasez de recursos para realizar una buena limpieza, tanto agua como dinero para invertir en el uso de desinfectantes; a su vez también en el uso de residuos de restaurantes para la alimentación de los cerdos, el estado en el que es manipulado comúnmente es un estado de inicio de putrefacción, presentando malos olores y gran cantidad de moscas, larvas de las mismas, así como ratas.

La presencia de estos patógenos genera la proliferación de enfermedades en las personas que habitan las granjas, entre los animales, así como zoonosis que puede resultar muy peligrosa para la población. También se ve la presencia de una gran cantidad de pulgas que se crían en los suelos y viven en el cuerpo de los animales y las personas.

La carne que resulta de la crianza realizada en las granjas es considerada como carne de condiciones sanitarias dudables, carne no garantizada y con riesgo de transmitir enfermedades a los consumidores de la misma (problemas gastrointestinales muy serios)

- **Población:** Las condiciones de crianza de los cerdos, tal como se han descrito, generan que los ingresos de los porcicultores producto de la venta de la carne de



cerdo, sea sumamente baja. La mayoría de los porcicultores realizan la venta de los animales en el Camal denominado “La Colonial”, que es el más cercano a la zona, dentro del mismo los precios pueden variar según el lugar de procedencia del cerdo (muy importante debido a las condiciones de salubridad), alimentación, edad y apariencia y estado de la carne. Los compradores de los mercados que asisten a este camal ya poseen un conocimiento general del estado de la carne según el lugar de procedencia, conociendo las condiciones de crianza del Parque Porcino prefieren la carne de cerdos procedentes de otros lugares, es por esta razón que los porcicultores del Parque Porcino deben bajar mucho los precios para poder comercializarla.

- **Fauna:** La fauna del lugar consiste en básicamente en ganado porcino expuesto a las enfermedades generadas por el mal manejo de los residuos. Presencia de un gran número de perros destinados al cuidado de la granja y a evitar los robos que suelen ser frecuentes en la zona. Estos perros se encuentran muchas veces mal alimentados con presencia de ácaros y sarna en estado avanzado.

Gran cantidad de palomas que se alimentan de los residuos de comida que los cerdos dejan en los comederos.

Como ya se ha mencionado también están los animales peligrosos para la salud como ratas e insectos como pulgas, moscas y escorpiones.

- **Atmósfera:** Malos olores generados por la falta de higiene así como por la manipulación y disposición de residuos orgánicos de restaurantes que suelen encontrarse en el inicio de la etapa de descomposición. Malos olores también producidos por la acumulación de excretas dentro y fuera de las porquerizas, al ser retiradas de las mismas, estas suelen ser almacenadas hasta que estén lo suficientemente secas para poder ser quemadas y con esto disminuir su volumen. Emisiones producidas por la quema de residuos orgánicos (entre ellas excretas, paja, orines, residuos de cocina).

Emisiones de gases de efecto invernadero que pueden provenir de la



fermentación no controlada de la materia orgánica en forma de metano o óxidos nitrosos o de la quema que se hace de los mismos.

- **Suelos:** El líquido que produce cada porqueriza resulta de la combinación del agua utilizada para la limpieza del área y los orines generados por los cerdos. Este efluente es principalmente orines ya que debido a la escasez de agua potable, se utiliza muy poca agua para la limpieza de las porquerizas. Los suelos de las porquerizas, en su mayoría son de tierra afirmada, muy raras veces de concreto, esto hace que los lixiviados generados de la actividad se filtren al subsuelo.

Como ya se mencionó los residuos al almacenarlos para su quema posterior también generan lixiviados que filtrarán al subsuelo. Entonces el manto de agua subterránea que puede tener la zona estará siendo contaminado continuamente, alterando su composición y generando entre otras consecuencias la presencia de microorganismos perjudiciales para la salud.

C.6. GRANJA DESTINADA AL ESTUDIO

Para fines del estudio se decidió elegir una granja modelo que reflejara las condiciones típicas del manejo y condiciones del resto de granjas del lugar para poder llevar a cabo dentro de ella, la etapa experimental del proyecto por 6 meses, para ello se determinó que la apropiada para el objetivo sería la del Sr. Jorge Iparraguirre, propietario desde hace 14 años de una parcela ubicada en la Zona 13 del Parque Porcino de Ventanilla.

La granja se diseñó en 1994 con una infraestructura de 78 porquerizas y una capacidad de 480 cerdos. Debido a las condiciones económicas actuales y la mortalidad de las crías recién nacidas, la granja cuenta con 50 porquerizas de las cuales sólo están en funcionamiento 21 con 93 cerdos, de estas sólo 8 cuentan con suelo de concreto, ninguna cuenta con techo de concreto, 15 cuentan con bebederos y comederos de concreto y ninguna cuenta con un sistema de canalización de líquidos y excretas.

La situación en la que se encuentra la granja nace de un ciclo de circunstancias que



impiden el progreso y buen desarrollo de esta actividad. Para poder graficar de mejor manera la problemática que en la que se desenvuelve se presenta la dinámica de la granja porcina mediante el flujo de entradas y salidas de elementos que representan el flujo de energía y actividades que se llevan a cabo.

Las actividades cotidianas que se realizan dentro de la granja son repartidas entre los tres miembros de la familia que habitan en la vivienda, estos son los padres, el Sr. Pedro y la Sra. Julia Iparraguirre y uno de los hijos, el Sr. Jorge Iparraguirre. Cada uno en la familia posee en número de animales propios, es así como cada uno de ellos se hace cargo del cuidado y mantenimientos de los animales que le pertenecen.

Estas actividades son en su mayoría comunes a la rutina de manejo común a todas las granjas del Parque Porcino de Ventanilla y se representan en el siguiente cuadro.

Actividad	Miembro de la familia que la realiza	Frecuencia	Horario	Tiempo total empleado	Inversión de dinero
Distribuir el alimento a los lechones	Todos	Diaria	8:00 – 9:00 am	1 hora	
Distribución de agua a los lechones	Todos	Diaria	10:00 – 10:30 am	Media hora	
Limpieza de todas las porquerizas	Pedro Y Jorge Iparraguirre	Diaria	10:30 – 12:00 pm	1 y media horas	Materiales para limpieza = S/20 al mes
Encargarse de las reparaciones.	Jorge Iparraguirre	Diaria	12:00 – 2:00 pm	2 Horas	
Traslado de animales dentro de la granja	Todos	Cada dos semanas	12:00 – 12:20 pm	20 minutos	
Administración de medicamentos o suplementos.	Todos	Cada dos semanas, frecuencia variable	1:00 – 2:00 pm	1 hora	
Distribuir el alimento a los animales mayores	Todos	Diaria	3:00 – 4:00 pm	1 hora	S/ 650 al mes



Distribuir agua a los animales mayores	Todos	Diaria	4:00 – 4:30 pm	Media hora	Se estima que un 70% del total de agua consumida = S/28 al mes
Compra de medicamentos	Todos	Cada 5 meses, dependiendo del momento en que se necesiten	5: 00 – 6:00 pm	1 hora	Aprox. S/313
Compra de balones de gas	Jorge Iparraguirre	Mensual	5:00 – 5:30 pm	Media Hora	S/ 33 al mes
Pagos del servicio de agua	Jorge Iparraguirre	Mensual	A partir de las 5 pm	Media Hora	S/ 40 al mes
Pagos del servicio de luz	Jorge Iparraguirre	Mensual	A partir de las 5 pm	Media Hora	S/ 60 al mes
Llevar los animales al camal	Jorge Iparraguirre	Cada jueves de la semana	4:00 – 7:00 pm	3 horas	Alquiler de camión = S/ 20
Matanza de animales dentro de la granja	Todos	Esporádicamente según solicitud de compra	A partir de las 4:30 pm	1 hora	
Otras actividades dentro de la granja	Todos	Diaria	A partir de las 4:30 pm	Variable	Variable
Otras actividades fuera de la granja	Todos	Diaria	A partir de las 4:30 pm	Variable	Variable

Tabla C.1. Distribución actividades granja

Con el objetivo de obtener las dimensiones adecuadas del diseño de biodigestor que se ajuste a la situación dentro de la granja, se hizo un estudio por dos días en los cuales se pesaron las excretas encontradas en cada una de las porquerizas de cada uno de los animales, con la intención de estimar la cantidad total promedio de producción de excretas por día



De este estudio se obtuvieron los siguientes resultados.

Nº de porqueriza	Tipo de animal	Cantidad	Peso diario (Kg)		Peso total (Kg/día)
			29/08/06	30/08/06	
1	Gorrino chico	7	13	14.25	13.625
2	Gorrino chico	8	8.5	7.5	8
3	Marrana grande	2	6	7	6.5
4	Marrana mediana	1	1.5	1	1.25
5	Marrana mediana	1	2.5	2.5	2.5
6	Marrana mediana	1	3	3	3
7	Marrana mediana	1	2.25	3.75	3
8	Madre lechones +	1 M + 2 L	2.5	3.25	2.875
9	Gorrino grande	1	2.5	1	1.75
10	Marrana grande	1	2.5	2.5	2.5
11	Marrana grande	1	3.25	3.5	3.375
12	Gorrino mediano	5	8	9.25	8.625
13	Marrana grande	1	3.25	2.85	3.05
14	Gorrino chico	5	2	3.5	2.75
15	Marrana grande	3	8	9.5	8.75
16	Marrana mediana	3	5	6.15	5.575
17	Lechones	11	4.5	5	4.75
18	Marrana grande	3	9	8.25	8.625
19	Madre lechones +	1 M + 4 L	4.5	4	4.25
20	Marrana mediana	2	4	4.5	4.25
21	Madres gorrino chico +	3 M + 12 GCH	16.5	15	15.75
22	Madres gorrino chico +	3 M + 10 GCH	12	14	13
TOTAL		93	124.25	131.25	127.75

Tabla C.2. Resultados estudio producción R.O.







C.6. VENTANILLA EN IMÁGENES



C.6.1. Vista del Parque Porcino



C.6.4. Fábrica cercana al Parque



C.6.2. Vista del Parque Porcino



C.6.5. Retorno a casa (Parque Porcino)



C.6.3. Semental (Granja de estudio)



C.6.6. Cerdos en la granja estudiada





C.6.7. Río Chillón (Ventanilla)



C.6.10. Río Chillón (Ventanilla)



C.6.8. Escombros apilados en Ventanilla



C.6.11. Calle principal Parque Porcino



C.6.8. Preparación del alimento para los cerdos.



C.6.12. Vista del Parque Porcino





C.6.13. Pruebas de estanqueidad



C.6.16. Alimento para los cerdos



C.6.14. Pilas de compost



C.6.17. Residuos de mercado



C.6.15. Preparación del invernadero



C.6.18. Toma de datos



D. Certificado contraparte

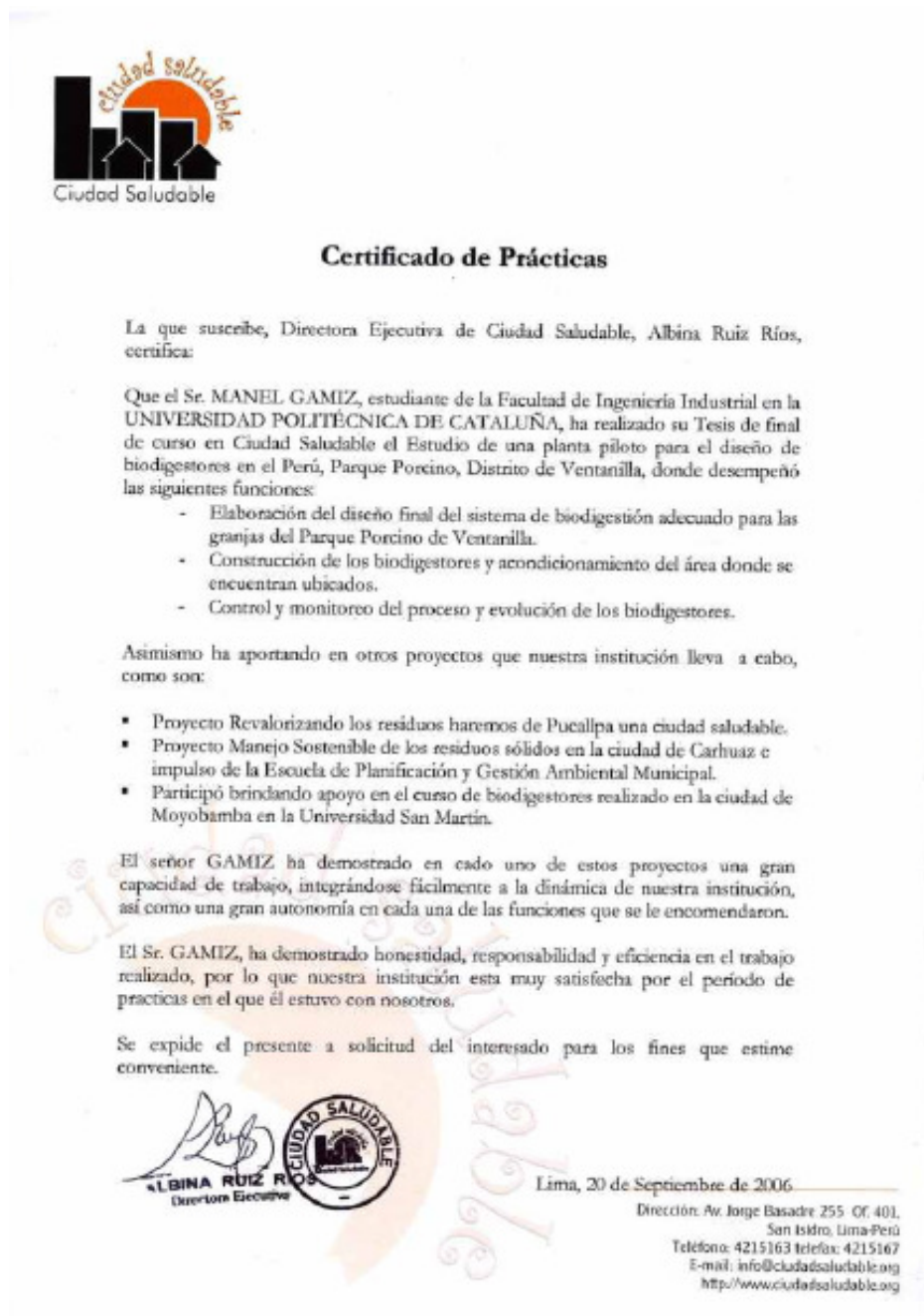


Imagen D.1. Certificado Prácticas Contraparte




E. Datos segunda experiencia

En anexo a parte... din A3






F. Análisis previos segunda experiencia



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
Departamento de Recursos de Agua y Tierra
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO, MEDIO AMBIENTE
Av. La Universidad s/n Tele fax: 349 5647 y 349 5669 - Anexo 226 - Cel.: 898 6020 Lima, E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



ANALISIS ESPECIAL - LODO

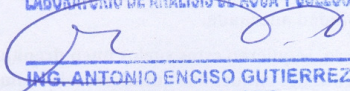
SOLICITANTE : CIUDAD SALUDABLE


PROCEDENCIA : Ventanilla - Parque Porcino

FECHA : La Molina, 29 de Agosto del 2006

N° Lab.	N° Campo	Alcalinidad del Extracto (mg CaCO ₃ /L)	Sólidos Totales (gr/L)	Sólidos Volátiles (mg/L)	pH
3173	M - 1 Purin Inoculo	6,600.00	61.80	44.90	6.74

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELOS


ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO
DRAT







UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Departamento de Recursos de Agua y Tierra
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO, MEDIO AMBIENTE

Av. La Universidad s/n Tele fax: 349 5647 y 349 5669 - Anexo 226 - Cel.: 898 6020 Lima, E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



ANALISIS ESPECIAL - LODO

SOLICITANTE : CIUDAD SALUDABLE

PROCEDENCIA : Ventanilla - Parque Porcino

FECHA : La Molina, 29 de Agosto del 2006

N° Lab.	N° Campo	Alcalinidad del Extracto (mg CaCO ₃ /L)	Sólidos Totales (gr/L)	Sólidos Volátiles (mg/L)	pH
3174	M - 2 Lodos Inoculo	700.00	68.60	36.00	7.20

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELOS

ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO
DRAT





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Departamento de Recursos de Agua y Tierra

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO, MEDIO AMBIENTE

Av. La Universidad s/n Tele fax: 349 5647 y 349 5669 - Anexo 226 - Cel.: 898 6020 Lima, E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



ANALISIS ESPECIAL - LODO

SOLICITANTE : CIUDAD SALUDABLE

PROCEDENCIA : Ventanilla - Parque Porcino

FECHA : La Molina, 29 de Agosto del 2006

N° Lab.	N° Campo	Alcalinidad del Extracto (mg CaCO ₃ /L)	Sólidos Totales (gr/L)	Sólidos Volátiles (mg/L)	pH
3175	M - 3 Bidon Carlota 40% Purin / 60% Agua	3,500.00	81.90	62.00	6.35

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELOS

ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO
DRAT





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Departamento de Recursos de Agua y Tierra
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO, MEDIO AMBIENTE

Av. La Universidad s/n Tele fax: 349 5647 y 349 5669 - Anexo 226 - Cel.: 898 6020 Lima, E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



ANALISIS ESPECIAL - LODO

SOLICITANTE : CIUDAD SALUDABLE

PROCEDENCIA : Ventanilla - Parque Porcino

FECHA : La Molina, 29 de Agosto del 2006

N° Lab.	N° Campo	Alcalinidad del Extracto (mg CaCO ₃ /L)	Sólidos Totales (gr/L)	Sólidos Volátiles (mg/L)	pH
3176	M - 4 Bidon Rigoberto 70% Purin / 30% Agua	5,100.00	148.50	115.00	6.21

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELOS

ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO
DRAT





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
Departamento de Recursos de Agua y Tierra
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO, MEDIO AMBIENTE

Av. La Universidad s/n Tele fax: 349 5647 y 349 5669 - Anexo 226 - Cel.: 898 6020 Lima, E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



ANALISIS ESPECIAL - LODO

SOLICITANTE : CIUDAD SALUDABLE

PROCEDENCIA : Ventanilla - Parque Porcino

FECHA : La Molina, 29 de Agosto del 2006

N° Lab.	N° Campo	Alcalinidad del Extracto (mg CaCO ₃ /L)	Sólidos Totales (gr/L)	Sólidos Volátiles (mg/L)	pH
3177	M - 5 Bidon "A" 24% Orines / 76% Purin	4,000.00	107.00	85.50	6.29

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELOS

ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO
DRAT





G. Análisis durante el proceso (Cromatografía)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y TEXTIL
Laboratorio de Investigación y Química Aplicada N° 21
Av. Túpac Amaru 210. Lima 25 PERU - Apartado 1301
Teléfonos 481-0662, Central FIOT 381-3849 / 381-3867 anexo 37 telefax 481-7919

INFORME DE ENSAYO
N° 107 - LAB. N° 21-06

SOLICITANTE : CIUDAD SALUDABLE
RUC : 20505728301
MUESTRA : BIODIGESTOR 1
ENSAYO : Muestra identificada y proporcionada por el solicitante
ANÁLISIS CROMATOGRAFICO
FECHA DE RECEPCION : 10 - 10 - 06
FECHA DE REPORTE : 13 - 09 - 06

REPORTE DE RESULTADOS

METANO, 5,0429 %
Metodología interna,
con uso cromatógrafo

Sin otro particular, quedamos de ustedes,

Atentamente,


ING. CESAR JAVIER OSORIO CARRERA
Jefe (e) del LAB. N° 21

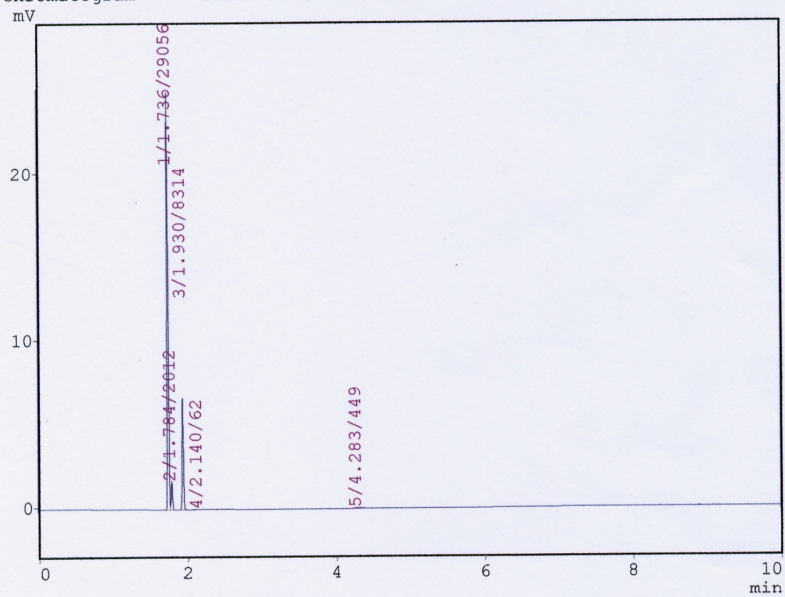


13 - 1/1 06/10/11 12:38:18



DATA=@CHRM1.D01 06/10/11 11:12:14
 Sample :
 Type : Unknown
 Detector : TCD
 Operator :
 Method Name : BIOGAS1.MET

*** Chromatogram *** Filename:@CHRM1.C01



*** Peak Report ***

PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	CONC [Frac]	NAME
1	1.736	29056	24970	72.8357	O ₂ , N ₂
2	1.784	2012	1725	5.0429	CH ₄
3	1.930	8314	6683	20.8412	
4	2.140	62	4	0.1554	
5	4.283	449	43	1.1248	
		39892	33425	100.0000	





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y TEXTIL
Laboratorio de Investigación y Química Aplicada N ° 21

Av. Túpac Amaru 210. Lima 25 PERU - Apartado 1301

Teléfonos 481-0662, Central FIQT 381-3849 / 381-3867 anexo 37 telefax 481-7919

INFORME DE ENSAYO
N ° 107 - 1LAB. N ° 21-06

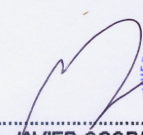
SOLICITANTE : **CIUDAD SALUDABLE**
RUC : 20505728891
MUESTRA : **BIODIGESTOR 2**
 BIODIGESTOR 3
 Muestras identificadas y proporcionadas por el solicitante
ENSAYO : **ANALISIS CROMATOGRAFICO**
FECHA DE RECEPCION : 19 - 10 - 06
FECHA DE REPORTE : 23 - 10 - 06

REPORTE DE RESULTADOS

	BIO-2	BIO-3
METANO, %	22,8894	21,5495
Metodología interna, con uso cromatógrafo		

Sin otro particular, quedamos de ustedes,

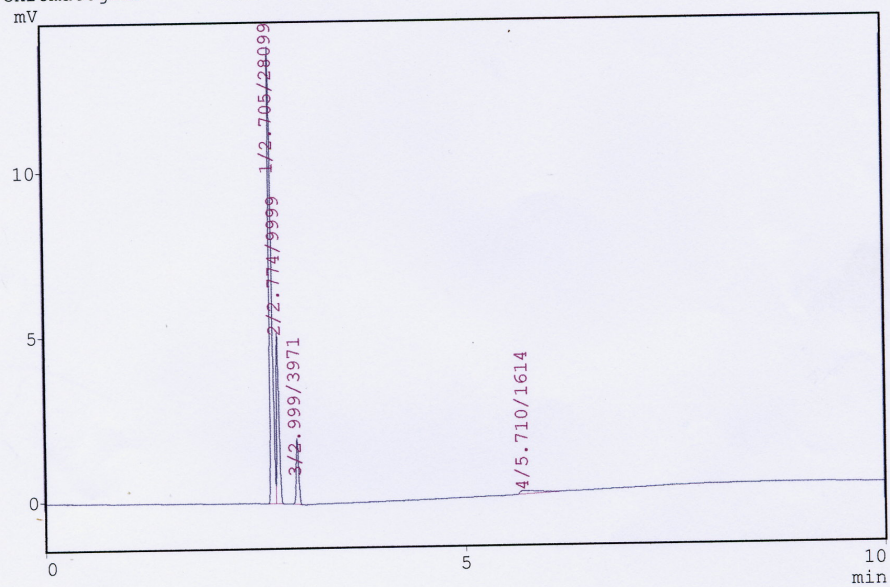
Atentamente,


ING. CESAR JAVIER OSORIO CARRERA
Jefe (e) del LAB. N ° 21



DATA=@CHRM1.D01 06/10/19 11:09:42
 Sample : muestra 2
 ID : morado
 Type : Unknown
 Detector : TCD
 Operator :
 Method Name : BIOGAS.MET

*** Chromatogram *** Filename:@CHRM1.C01



*** Peak Report ***

PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	CONC [Frac]	NAME
1	2.705	28099	13877	64.3252	N ₂
2	2.774	9999	5192	22.8894	CH ₄
3	2.999	3971	2000	9.0903	CO ₂
4	5.710	1614	98	3.6951	H ₂ O
		43683	21168	100.0000	

<Temporary>

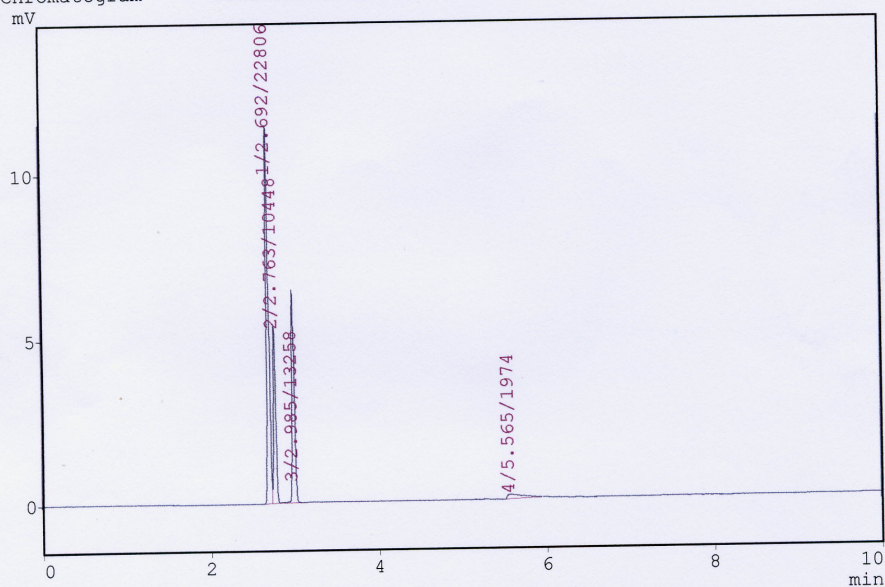
4 - 1/1

06/10/19 12:07:17



DATA=@CHRM1.D02 06/10/19 11:29:34
 Sample : muestra 3
 ID : rojo
 Type : Unknown
 Detector : TCD
 Operator :
 Method Name : BIOGAS.MET

*** Chromatogram *** Filename:@CHRM1.C02



*** Peak Report ***

PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	CONC [Frac]	NAME
1	2.692	22806	11468	47.0362	N ₂
2	2.763	10448	5356	21.5495	CH ₄
3	2.985	13258	6452	27.3440	CO ₂
4	5.565	1974	140	4.0703	H ₂ O

 48485 23415 100.0000

<Temporary>

5 - 1/1

06/10/19 12:16:42





H. Análisis finales segunda experiencia



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Departamento de Recursos de Agua y Tierra
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO, MEDIO AMBIENTE

Av. La Universidad s/n Tele fax: 349 5647 y 349 5669 - Anexo 226 - Cel.: 898 6020 Lima, E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



ANALISIS ESPECIAL - LODO

SOLICITANTE : CIUDAD SALUDABLE

PROYECTO : Prueba Piloto de Biodigestión

PROCEDENCIA : Ventanilla

FECHA : La Molina, 03 de Enero del 2007

N° Lab.	N° Campo	Sólidos Totales (gr/L)	Sólidos Volátiles (gr/L)	pH
3397	M - 1	116.00	85.20	6.62

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELOS

ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO
DRAT





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Departamento de Recursos de Agua y Tierra

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO, MEDIO AMBIENTE

Av. La Universidad s/n Tele fax: 349 5647 y 349 5669 - Anexo 226 - Cel.: 898 6020 Lima, E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



ANALISIS ESPECIAL - LODO

SOLICITANTE : CIUDAD SALUDABLE

PROYECTO : Prueba Piloto de Biodigestión

PROCEDENCIA : Ventanilla

FECHA : La Molina, 03 de Enero del 2007

N° Lab.	N° Campo	Sólidos Totales (gr/L)	Sólidos Volátiles (gr/L)	pH
3395	M - 2	60.00	44.00	6.39

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELOS

ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
 JEFE DE LABORATORIO
 DRAT





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Departamento de Recursos de Agua y Tierra

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO, MEDIO AMBIENTE

Av. La Universidad s/n Tele fax: 349 5647 y 349 5669 - Anexo 226 - Cel.: 898 6020 Lima, E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



ANALISIS ESPECIAL - LODO

SOLICITANTE : CIUDAD SALUDABLE

PROYECTO : Prueba Piloto de Biodigestión

PROCEDENCIA : Ventanilla

FECHA : La Molina, 03 de Enero del 2007

Nº Lab.	Nº Campo	Sólidos Totales (gr/L)	Sólidos Volátiles (gr/L)	pH
3396	M - 3	111.20	84.40	6.46

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELOS

ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO
DRAT





I. Datos tercera experiencia

En anexo a parte... din A3





J. Análisis previos tercera experiencia



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Departamento de Recursos de Agua y Tierra

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO, MEDIO AMBIENTE

Av. La Universidad s/n Tele fax: 349 5647 y 349 5669 - Anexo 226 - Cel.: 898 6020 Lima, E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



ANALISIS ESPECIAL - LODO

SOLICITANTE : CIUDAD SALUDABLE

PROYECTO : Prueba Piloto de Biodigestión

PROCEDENCIA : Ventanilla

FECHA : La Molina, 03 de Enero del 2007

N° Lab.	N° Campo	Sólidos Totales (gr/L)	Sólidos Volátiles (gr/L)	pH
3394	M - 4	73.20	39.20	6.40

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELOS

ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO
DRAT





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Departamento de Recursos de Agua y Tierra

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO, MEDIO AMBIENTE

Av. La Universidad s/n Tele fax: 349 5647 y 349 5669 - Anexo 226 - Cel.: 898 6020 Lima, E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



ANALISIS ESPECIAL - LODO

SOLICITANTE : CIUDAD SALUDABLE

PROYECTO : Prueba Piloto de Biodigestión

PROCEDENCIA : Ventanilla

FECHA : La Molina, 03 de Enero del 2007

Nº Lab.	Nº Campo	Sólidos Totales (gr/L)	Sólidos Volátiles (gr/L)	pH
3401	M - 5	88.80	59.60	6.68

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELOS

ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
 JEFE DE LABORATORIO
 DRAT





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Departamento de Recursos de Agua y Tierra

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO, MEDIO AMBIENTE

Av. La Universidad s/n Tele fax: 349 5647 y 349 5669 - Anexo 226 - Cel.: 898 6020 Lima, E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



ANALISIS ESPECIAL - LODO

SOLICITANTE : CIUDAD SALUDABLE

PROYECTO : Prueba Piloto de Biodigestión

PROCEDENCIA : Ventanilla

FECHA : La Molina, 03 de Enero del 2007

N° Lab.	N° Campo	Sólidos Totales (gr/L)	Sólidos Volátiles (gr/L)	pH
3398	M - 6	216.33	152.33	6.60

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELOS
ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO
DRAT





K. Análisis durante Tercera experiencia (Cromatografía)

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y TEXTIL LABORATORIO N° 21 – INVESTIGACIÓN Y QUÍMICA APLICADA <small>Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 Perú – Aptdo 1301. Teléfono 481-0662, TeleFax: 481-7919 E-mail: laboratorio21fiqt@gmail.com</small>
---	---

INFORME DE ENSAYO
N ° 039 - LAB. N ° 21-06

SOLICITANTE	:	CIUDAD SALUDABLE
RUC	:	20505728891
MUESTRA	:	BIODIGESTOR 1 BIODIGESTOR 2 BIODIGESTOR 3
		Muestras identificadas y proporcionadas por el solicitante
ENSAYO	:	ANÁLISIS CROMATOGRAFICO
FECHA DE REPORTE	:	19 - 03 - 07

.....

REPORTE DE RESULTADOS

	BIO -1	BIO -2	BIO -3
METANO, %	48, 73	37, 50	42, 69
Metodología interna, con uso cromatógrafo			

Sin otro particular, quedamos de ustedes,

Atentamente,

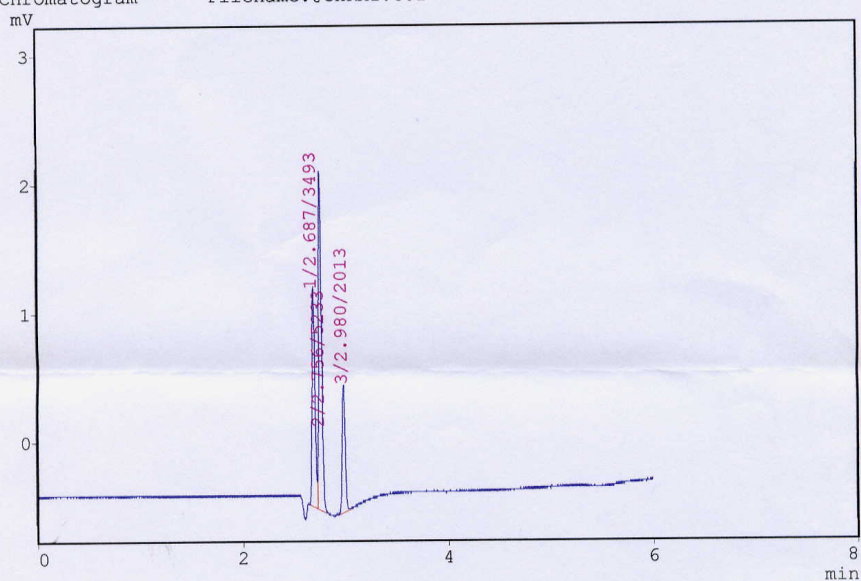


ING. CESAR JAVIER OSORIO CARRERA
Jefe (e) del LAB. N ° 21



DATA=@CHRM1.D01 07/03/15 10:40:08
Sample : BOLSA N°1
ID : BIODIGESTOR I
Type : Unknown
Detector : TCD
Operator :
Method Name : BIOGASN.MET

*** Chromatogram *** Filename:@CHRM1.C01



*** Peak Report ***

PKNO	TIME	AREA	CONC [Frac]	NAME
1	2.687	3493	32.5263	AIRE
2	2.756	5233	48.7308	METANO
3	2.980	2013	18.7429	CO2

10739 100.0000



<Temporary>

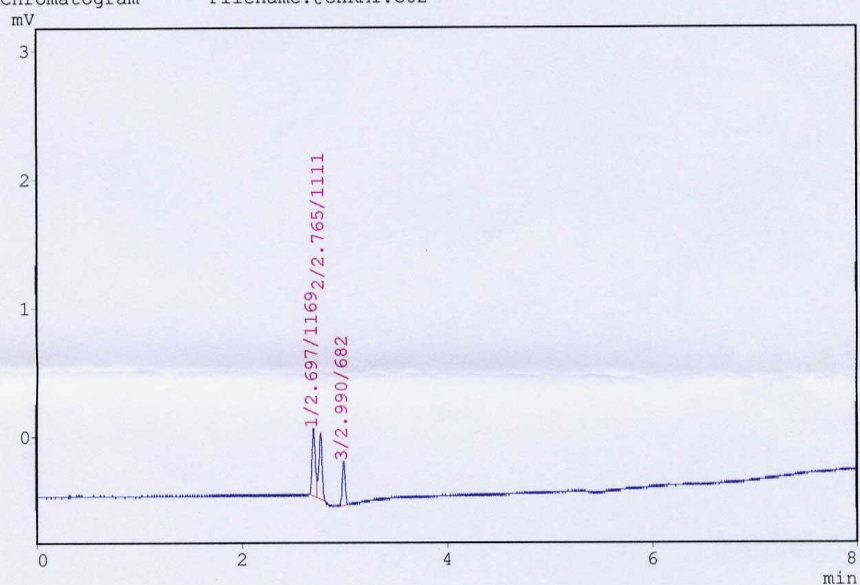
1 - 1/1

07/03/16 12:09:21



DATA=@CHRM1.D02 07/03/15 10:53:18
 Sample : BOLSA N°3
 ID : BIODIGESTOR II
 Type : Unknown
 Detector : TCD
 Operator :
 Method Name : BIOGASN.MET

*** Chromatogram *** Filename:@CHRM1.C02



*** Peak Report ***

PKNO	TIME	AREA	CONC [Frac]	NAME
1	2.697	1169	39.4800	AIRE
2	2.765	1111	37.5046	METANO
3	2.990	682	23.0154	CO2
		2962	100.0000	



<Temporary>

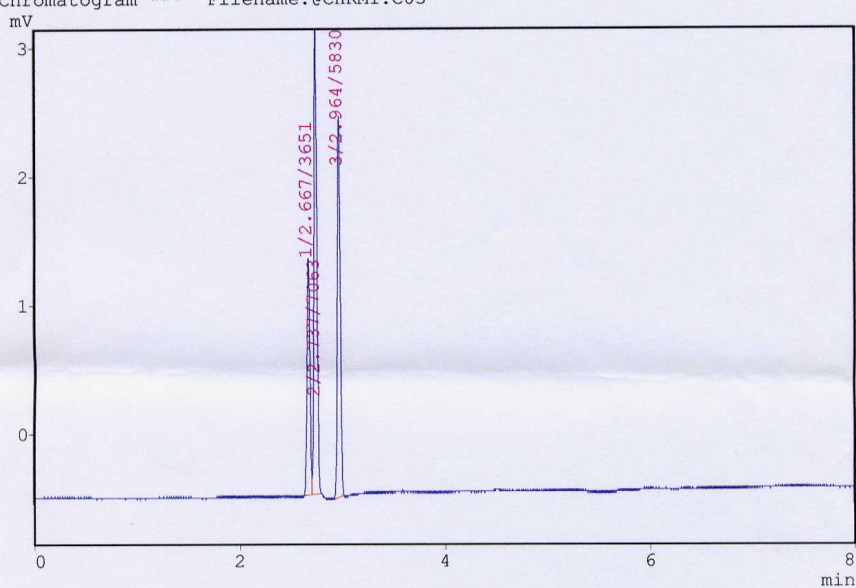
2 - 1/1

07/03/16 12:12:37



DATA=@CHRM1.D03 07/03/15 11:17:58
Sample : BOLSA N° 4
ID : BIODIGESTOR III
Type : Unknown
Detector : TCD
Operator :
Method Name : BIOGASN.MET

*** Chromatogram *** Filename:@CHRM1.C03



*** Peak Report ***

PKNO	TIME	AREA	CONC [Frac]	NAME
1	2.667	3651	22.0690	AIRE
2	2.737	7063	42.6892	METANO
3	2.964	5830	35.2418	CO2

16544 100.0000



<Temporary>

3 - 1/1

07/03/16 12:17:14



L. Utilización final del Biogás





M. Datos Primera Experiencia

Prueba 1A

Desde que se inició la experiencia se probó diariamente la reacción del gas generado por el pequeño biodigestor con el fuego de un mechero, el resultado nunca fue el deseado, ya que nunca se observó muestras de dicha reacción. Es por esta razón que en el caso de esta prueba y las otras cinco de esta misma experiencia no se realizaron análisis del gas, ya que como se sabe la inversión para este tipo de pruebas es alta.

Fecha	H Gasometro	Nº de Horas transcurridas	Cantidad de gas producido (cm ³)	Producción (cm ³ /hora)	Tº	Rx mechero
12/07/2006	25				18	no
13/07/2006	4	2	21	10,500	17	no
15/07/2006	14,2	1	10,8	10,800	21,5	no
17/07/2006	8,3	2	16,7	8,350	20,2	no
18/07/2006	9,8	1	15,2	15,200	20	no
19/07/2006	22,4	20	2,6	0,130	16,7	no
19/07/2006	12,4	2	12,6	6,300	18	no
20/07/2006	13,4	0,5	11,6	23,200	19	no
21/07/2006	24,95	0,5	0,05	0,100	21	no
25/07/2006	21,7	21	3,3	0,157	18,2	no
25/07/2006	17,8	0,5	7,2	14,400	21,4	no
26/07/2006	0,5	1	24,5	24,500	21,5	no
29/07/2006	3,4	47	21,6	0,460	18,2	no
29/07/2006	24,9	1,5	0,1	0,067	20	no
01/08/2006	14,1	24	10,9	0,454	24	no
02/08/2006	21,6	20	3,4	0,170	17,5	no
03/08/2006	22,6	28,5	2,4	0,084	20,2	no
07/08/2006	5,6	2	19,4	9,700	24,5	no
10/08/2006	10,8	44	14,2	0,323	16	no
15/08/2006	10,7	24	14,3	0,596	18,5	no
16/08/2006	11,3	24	13,7	0,571	17,5	no
17/08/2006	14,7	22	10,3	0,468	16,5	no
18/08/2006	14,7	24	10,3	0,429	16,5	no
19/08/2006	24,7	24	0,3	0,013	18	no
22/08/2006	7,5	22	17,5	0,795	16	no
28/08/2006	10,9	96	14,1	0,147	19	no
31/08/2006	22,4	72	2,6	0,036	18	no
01/09/2006	22	26	3	0,115	21	no
04/09/2006	20,6	72	4,4	0,061	19,5	no
04/09/2006	25				19,5	no

Figura M.1. Registro de la primera experiencia

Se puede observar que las horas transcurridas para que el volumen de gas producido sea significativo aumenta según el paso de los días hasta llegar entre el 05 y 15 de Septiembre a no notarse ningún cambio en la acumulación de gas hasta pasados de 6 a 7 días.

La temporada en la que se realizaron las pruebas corresponden a la estación de invierno por lo que la temperatura resulta ser bastante baja, llegando a tener una



temperatura interna de los bidones de 16°C y una máxima de 24.5°C. La media se encuentra entre los 19°C, temperatura que no se considera la ideal para el crecimiento de las bacterias metanogénicas.

En base a este registro se elaboró el siguiente cuadro que resume la evolución de la producción de gas.

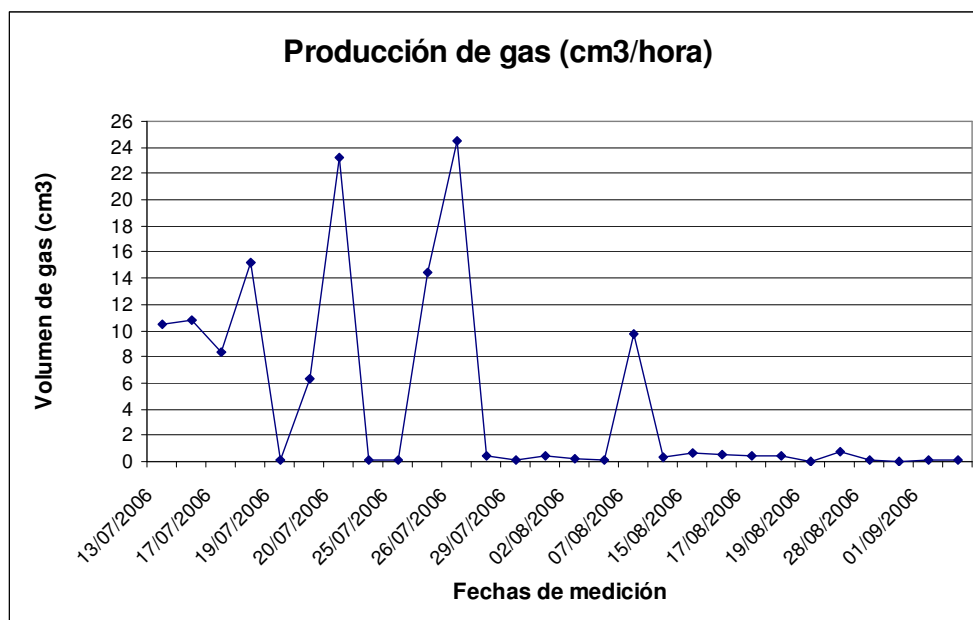


Figura M.2. Gráfico de la producción de gas en la prueba 1A

Prueba 1B

Al igual que en la prueba anterior, la reacción del gas almacenado en el “gasómetro” ante el fuego de un mechero en la prueba 1B no produjo ningún resultado favorable, como se mencionó anteriormente es por esta razón que no se realizaron análisis del gas producido.

A su vez se observó la misma situación sobre las horas transcurridas para que el volumen de gas producido sea significativo, “aumenta según el paso de los días hasta llegar entre el 05 y 15 de Septiembre a no notarse ningún cambio en la acumulación de gas hasta pasados 6 a 7 días”, esta tendencia es la misma para las 6 pruebas de esta primera experiencia.

En el caso de la temperatura, la mínima es de 16°C y se presenta una máxima de 23.3°C. La media resulta ser de 18.9°C. Es importante mencionar, que las pruebas 1A y



1B como se mencionó, se efectuaron utilizando la misma biomasa y bajo las mismas condiciones, sin embargo el registro completo en el que se muestran los datos de temperatura diaria evidencian una singularidad, la temperatura de la prueba 1A es siempre un grado mayor que el de la prueba 1B.

A continuación se presenta el registro diario de producción de gas, junto con la temperatura y las horas transcurridas desde la última medida, como datos importantes:

Fecha	H Gasometro	Nº de Horas transcurridas	Cantidad de gas producido (cm ³)	Producción (cm ³ /hora)	Tº	Rx mechero
12/07/2006	25				18	no
12/07/2006	8,4	1	16,6	16,600	18	no
13/07/2006	17,2	1	7,8	7,800	17	no
15/07/2006	24,05	1	0,95	0,950	21,7	no
17/07/2006	3	1	22	22,000	18,8	no
17/07/2006	4,8	1	20,2	20,200	20	no
18/07/2006	9,8	1	15,2	15,200	20	no
19/07/2006	13,8	21	11,2	0,533	16,6	no
19/07/2006	12,5	2	12,5	6,250	17,8	no
20/07/2006	9,3	0,5	15,7	31,400	19	no
21/07/2006	23,9	2	1,1	0,550	21,2	no
25/07/2006	6,3	21	18,7	0,890	18	no
25/07/2006	24,7	1	0,3	0,300	19,5	no
25/07/2006	19,5	0,5	5,5	11,000	21,2	no
26/07/2006	4,5	1	20,5	20,500	21,2	no
27/07/2006	16,8	2	8,2	4,100	19	no
29/07/2006	23,5	2,5	1,5	0,600	20,5	no
01/08/2006	5,3	2,5	19,7	7,880	23	no
02/08/2006	13	20	12	0,600	17	no
03/08/2006	7,8	28,5	17,2	0,604	19,5	no
07/08/2006	11,6	1,5	13,4	8,933	23,3	no
08/08/2006	20,6	3	4,4	1,467	18,7	no
15/08/2006	4,1	120	20,9	0,174	17,8	no
16/08/2006	4,7	24	20,3	0,846	17	no
18/08/2006	2,1	24	22,9	0,954	16	no
19/08/2006	6,2	24	18,8	0,783	17,5	no
22/08/2006	6	22	19	0,864	16	no
31/08/2006	4,9	71	20,1	0,28	17,2	no

Figura M.3. Registro de la producción de gas en la prueba 1B



En base al registro se elaboró el siguiente gráfico que resume la evolución de la producción de gas.

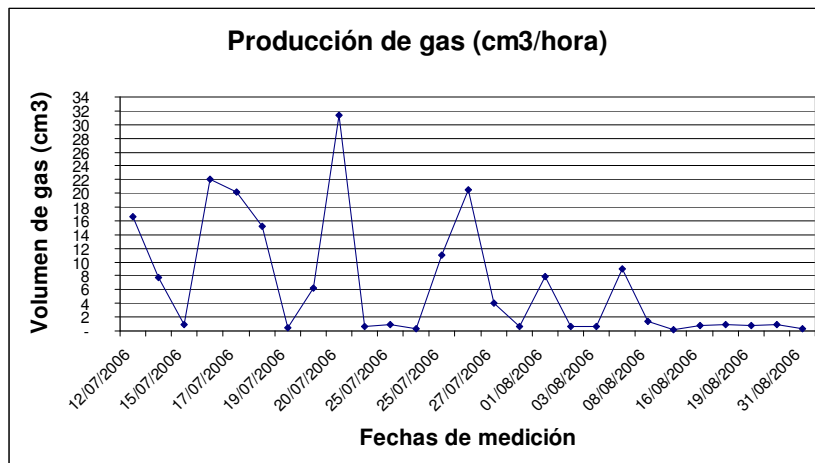


Figura M.4. Gráfico de la producción de gas en la prueba 1B

La variación de la producción de gas por hora es muy inestable, sin embargo alcanza un mayor volumen y por mayor cantidad de días que la prueba 1A. La media alcanzada entre el 12 de Julio y el 7 de Agosto es de 8.8 cm³/hora, a partir de esta fecha la producción decrece continuamente llegando a una media de 0.77 cm³/hora.

Prueba 2A

Fecha	H Gasometro	Nº de Horas transcurridas	Cantidad de gas producido (cm³)	Producción (cm³/hora)	Tº	Rx mechero
12/07/2006	25				27	no
12/07/2006	15	1	10	10,000	27	no
13/07/2006	4,5	2	20,5	10,250	24	no
15/07/2006	5,2	1	19,8	19,800	22	no
17/07/2006	4,7	1,5	20,3	13,533	22	no
19/07/2006	21,6	21	3,4	0,162	21	no
20/07/2006	22,9	21	2,1	0,100	20,5	no
20/07/2006	20,3	1,5	4,7	3,133	21	no
21/07/2006	12,7	25,5	12,3	0,482	21	no
21/07/2006	24,9	2	0,1	0,050	21	no
24/07/2006	23,6	2	1,4	0,700	21	no
26/07/2006	14,5	23,5	10,5	0,447	21,5	no
27/07/2006	13,9	24	11,1	0,463	22	no
29/07/2006	13,6	47	11,4	0,243	22	no
31/07/2006	15,7	48	9,3	0,194	21,5	no
08/08/2006	26,5	4	-1,5	- 0,375	21	no
15/08/2006	25	25,5	1,5	0,059	21	no
21/08/2006	1,7	120	23,3	0,194	21	no
24/08/2006	18	49	7	0,143	21	no
01/08/2006	23,7	22	1,3	0,059	21	no
04/09/2006	11,9	71	13,1	0,185	21	no

Figura M.5. Registro de la producción de gas en la prueba 2A



Observamos que no hay reacción ante el mechero, así como la misma tendencia en el caso de las horas transcurridas para evidenciar cambios significativos en la producción de gas.

En el caso de la temperatura, como se recordará, esta prueba fue previamente calentada en baño maría hasta llegar a una temperatura de 34°C para inmediatamente ser enterrada en el suelo, es por esta razón que la variación de la temperatura es mínima, la hora en que se realizó este proceso fue la 1:45pm.

La temperatura más baja fue de 21°C y la más alta de 22°C. La media resulta ser de 21.9°C, encontrándose dentro del rango considerado ideal para el incremento en la producción de gas.

En base al registro se elaboró el siguiente cuadro que resume la evolución de la producción de gas.

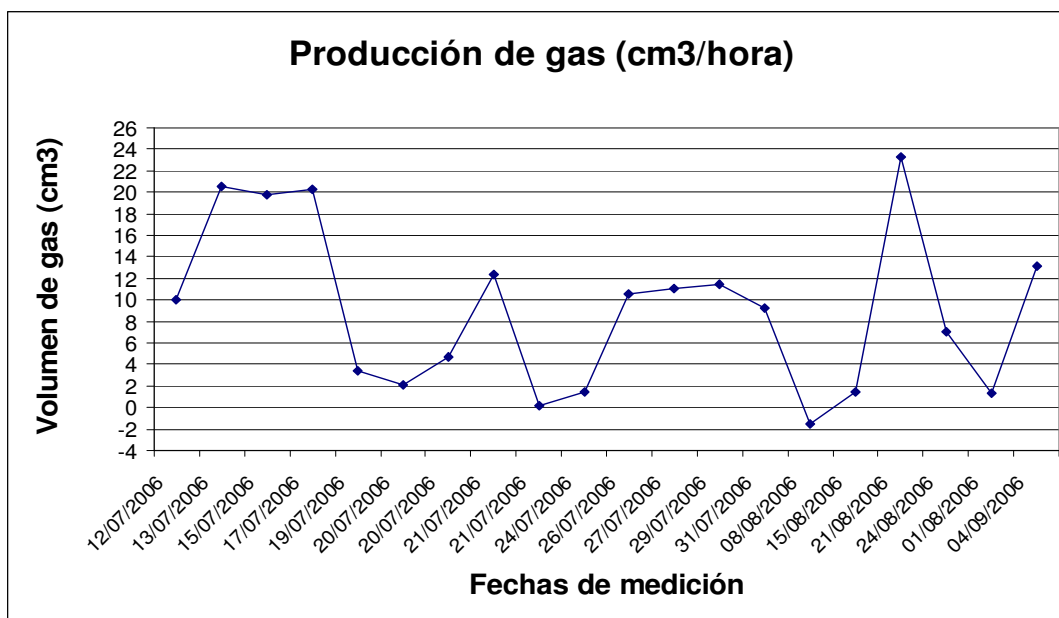


Figura M.6. Gráfico de la producción de gas en la prueba 2A

La variación de la producción de gas por hora es también inestable, alcanzando a lo largo de toda la prueba, mayor número de valores altos y muy poco de valores bajos en lo que respecta a volumen, aún así la media alcanzada entre el 12 de Julio y el 04 de Septiembre resulta ser de 2.99 cm³/hora.



Prueba 2B

Esta prueba posee las mismas características de composición y condiciones de elaboración iguales a las que se tiene en la prueba 2A, por tanto resulta importante comparar ambos en casos.

La reacción ante el mechero resulta ser la misma que para el resto de pruebas, ninguna evidencia de respuesta, lo mismo sucede en el caso de la tendencia de las horas transcurridas para evidenciar cambios significativos en la producción de gas.

La biomasa introducida en esta prueba fue calentada e introducida en el suelo a las 2:00pm del mismo día que la prueba 2B con diferencia de 15 minutos, la temperatura que alcanzó antes de ser introducida en el suelo fue de 34°C.

La variación de la temperatura se considera que será la misma que para la prueba 2A al haber sido calentadas hasta una misma temperatura y tener la influencia del factor que resulta ser el suelo para conservar esta temperatura estable y constante para todas las pruebas que fueron enterradas juntas. Como se recuerda, de las pruebas que se encuentran enterradas solo la prueba 1A cuenta con termómetro dentro del bidón. Por tanto la media resulta ser de 21.9°C para esta prueba también, encontrándose dentro del rango considerado ideal para el incremento en la producción de gas.

Fecha	H Gasometro	Nº de Horas transcurridas	Cantidad de gas producido (cm ³)	Producción (cm ³ /hora)	Tº	Rx mechero
12/07/2006	25				27	no
12/07/2006	15	1	10	10,000	27	no
13/07/2006	8,9	2,5	16,1	6,440	24	no
15/07/2006	23,85	1	1,15	1,150	22	no
17/07/2006	14,8	2	10,2	5,100	22	no
18/07/2006	18	1	7	7,000	21	no
18/07/2006	22,7	1	2,3	2,300	21	no
19/07/2006	17,1	2,5	7,9	3,160	21	no
20/07/2006	10,4	2,5	14,6	5,840	21	no
21/07/2006	19,9	2	5,1	2,550	21	no
24/07/2006	21,2	1	3,8	3,800	21	no
25/07/2006	4,1	21	20,9	0,995	21	no
25/07/2006	20,2	1	4,8	4,800	21	no
26/07/2006	4,1	23	20,9	0,909	21,5	no
26/07/2006	23,9	1	1,1	1,100	21,2	no
27/07/2006	24,6	1	0,4	0,400	22	no
01/08/2006	0,3	26	24,7	0,950	22	no
02/08/2006	13,3	3	11,7	3,900	21,5	no
07/08/2006	17,3	2	7,7	3,850	20	no
08/08/2006	23,9	3	1,1	0,367	21	no
16/08/2006	1	24	24	1,000	20	no
18/08/2006	0,3	24	24,7	1,029	21	no
19/08/2006	0,4	23	24,6	1,070	21	no
22/08/2006	0,6	22	24,4	1,109	21	no
01/08/2006	1,09	26	23,91	0,920	21	no

Figura M.7. Registro de la producción de gas en la prueba 2B



En base al registro se elaboró el siguiente cuadro que resume la evolución de la producción de gas.

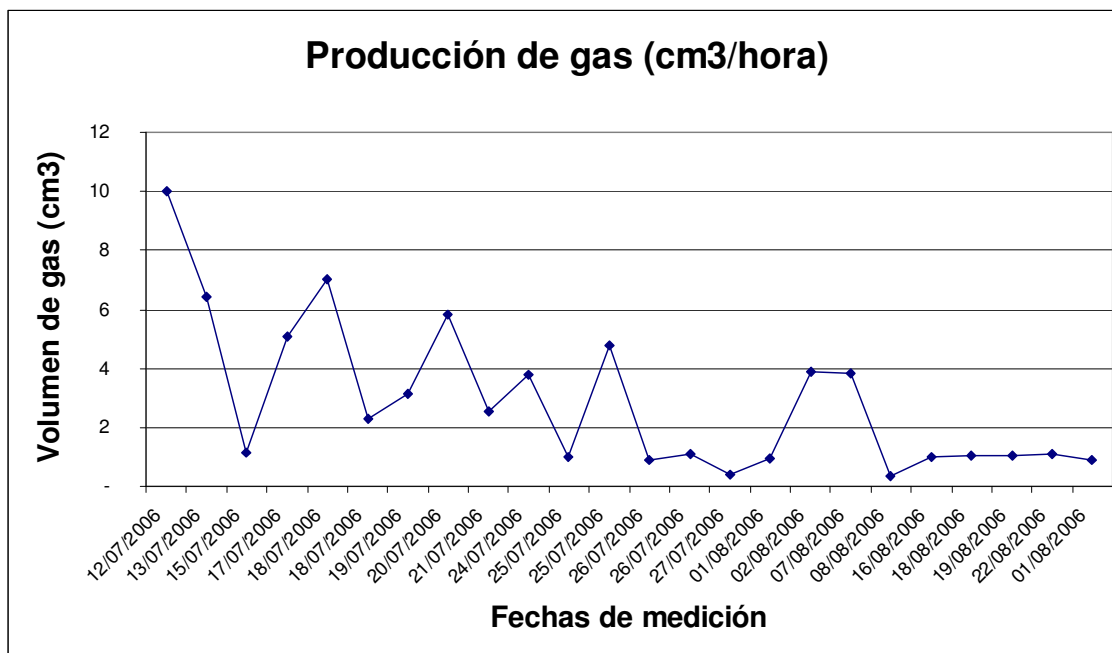


Figura M.8. Gráfico de la producción de gas en la prueba 2B

En lo que respecta a la producción de gas se nota una tendencia de decrecimiento un poco más ordenada que en las pruebas anteriores, también empezando a disminuir hacia mediados de agosto. La generación de gas es baja, con una máxima de 10cm³/hora mientras que en la prueba 2^a viene a ser de 23 cm³. La media hasta el 8 de agosto, fecha en la que decrece la producción es de 3.56 cm³/hora, a partir de esta fecha se convierte en 0.92 cm³/hora.



Prueba 3A

Fecha	H Gasometro	Nº de Horas transcurridas	Cantidad de gas producido (cm ³)	Producción (cm ³ /hora)	Tº	Rx mechero
13/07/2006	25				24	no
13/07/2006	0,5	3	24,5	8,1667	24	no
17/07/2006	0	1	25	25,0000	22	no
19/07/2006	6,9	26	18,1	0,6962	21	no
19/07/2006	17,6	2,5	7,4	2,9600	21	no
20/07/2006	3,1	21	21,9	1,0429	20,5	no
20/07/2006	24,8	1,5	0,2	0,1333	21	no
21/07/2006	24,7	2	0,3	0,1500	21	no
25/07/2006	0,4	21	24,6	1,1714	21	no
27/07/2006	0	24	25	1,0417	22	no
01/08/2006	3,1	75,5	21,9	0,2901	22	no
02/08/2006	4,5	20	20,5	1,0250	21,5	no
02/08/2006	24,7	5	0,3	0,0600	21,5	no
07/08/2006	23,9	92	1,1	0,0120	20	no
08/08/2006	13,7	3	11,3	3,7667	21	no
15/08/2006	22,5	1,5	2,5	1,6667	21	no
17/08/2006	23,4	1	1,6	1,6000	21	no
19/08/2006	0,5	23	24,5	1,0652	21	no
25/08/2006	5	97	20	0,2062	21	no

Figura M.9. Registro de la producción de gas en la prueba 3A

En este caso la prueba posee las mismas características de composición y condiciones de elaboración iguales a las que se tiene en la prueba 3B, por tanto resulta importante comparar ambos en casos también.

No hubo reacción ante el mechero a lo largo del tiempo que duró la prueba. Las horas que tuvieron que transcurrir para la acumulación de gas fue siempre variable, aún desde un principio hubo días en los que se necesito solo de una hora para producir los 25ml que podía contener el gasómetro, mientras que hubo otros en los que se necesito de 4 días para producir tan solo 1.1 cm³/hora.

La biomasa introducida en esta prueba fue calentada e introducida en el suelo a las 2:47pm del mismo día con una temperatura de 43°C.

La variación de la temperatura se considera que será la misma que en las pruebas 2A y 2B que fueron introducidas en el suelo. Por tanto la temperatura es estable y constante con una media de 21.9°C.



En base al registro se elaboró el siguiente cuadro que resume la evolución de la producción de gas.

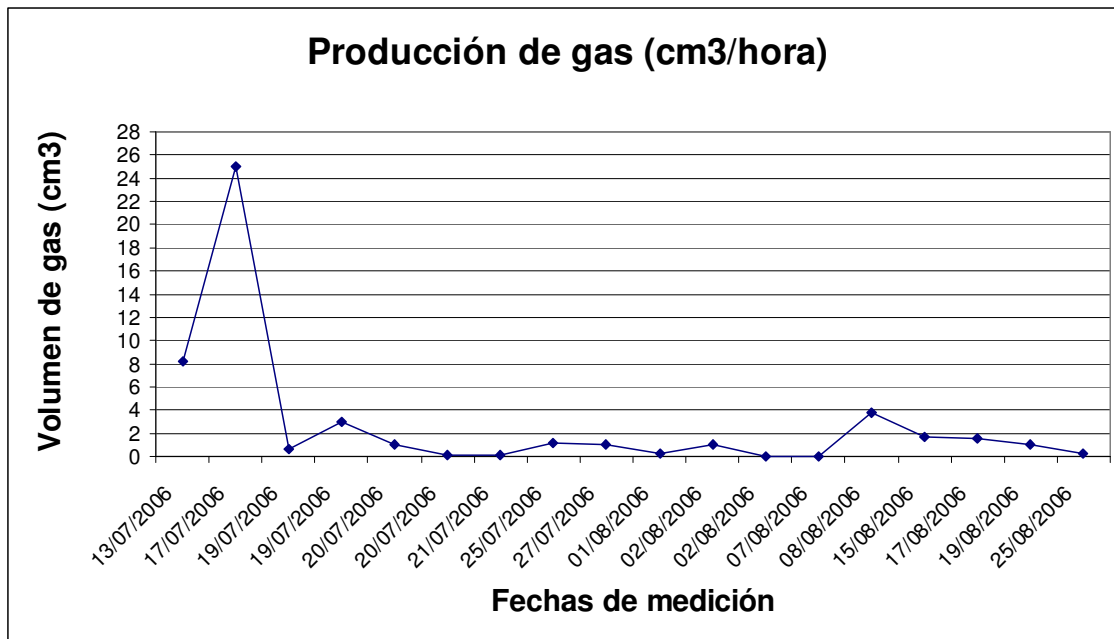


Figura M.10. Gráfico de la producción de gas en la prueba 3A

La producción de gas es muy baja, se nota un crecimiento a lo largo de la primera semana hasta llegar a un máximo de 25cm³/hora, luego decrece para variar solo entre los 0 y 4 cm³/hora. La media a partir del 19 de julio es de 1.05 cm³/hora. Culminando el mes de agosto la producción es no significativa y para recabar datos para el registro de producción se requiere de 7 días como promedio.



Prueba 3B

Fecha	H Gasometro	Nº de Horas transcurridas	Cantidad de gas producido (cm ³)	Producción (cm ³ /hora)	Tº	Rx mechero
12/07/2006	25				27	no
12/07/2006	15	1	10	10,0000	27	no
13/07/2006	6	25	19	0,7600	24	no
15/07/2006	0	1	25	25,0000	22	no
17/07/2006	0	0,5	25	50,0000	22	no
18/07/2006	11,4	26	13,6	0,5231	21	no
19/07/2006	11,3	27	13,7	0,5074	21	no
19/07/2006	10,8	3	14,2	4,7333	21	no
20/07/2006	23,5	21	1,5	0,0714	20,5	no
20/07/2006	23,6	2,5	1,4	0,5600	21	no
24/07/2006	20,2	71	4,8	0,0676	21	no
25/07/2006	19,4	21,5	5,6	0,2605	21	no
25/07/2006	7,2	1	17,8	17,8000	21	no
26/07/2006	18,7	23	6,3	0,2739	21,5	no
27/07/2006	0	25	25	1,0000	22	no
31/07/2006	6,1	50	18,9	0,3780	21,5	no
01/08/2006	24,2	25,5	0,8	0,0314	22	no
02/08/2006	24,8	25	0,2	0,0080	21,5	no
14/08/2006	11,5	91	13,5	0,1484	20	poco
16/08/2006	18,7	24	6,3	0,2625	20	no
18/08/2006	10,5	24	14,5	0,6042	21	no
19/09/2006	24,9	23	0,1	0,0043	21	no
25/08/2006	20,8	23	4,2	0,1826	21	no
01/08/2006	10,6	97	14,4	0,1485	21	no
04/09/2006	0	96	25	0,2604	21	no

Figura M.11. Registro de la producción de gas en la prueba 3B

Esta prueba como ya se mencionó es la réplica de la prueba 3ª, en este caso, el 14 de agosto se percibió una pequeña reacción ante el fuego del mechero, reacción que se evidenció por la permanencia de una pequeña llama azul al contacto con el gas.

El tiempo necesario para que la acumulación de gas fuera significativa aumenta progresivamente a partir del 24 de julio siendo los valores de volumen de gas generado sumamente bajos.

La biomasa introducida en esta prueba fue calentada e introducida en el suelo a las 3:00pm del mismo día con una temperatura de 45°C.

La variación de la temperatura se considera que será la misma que en las pruebas 2A, 2B y 3A que fueron introducidas en el suelo. Por tanto la temperatura es estable y constante con una media de 21.9°C.

En base al registro se elaboró el siguiente cuadro que resume la evolución de la producción de gas.



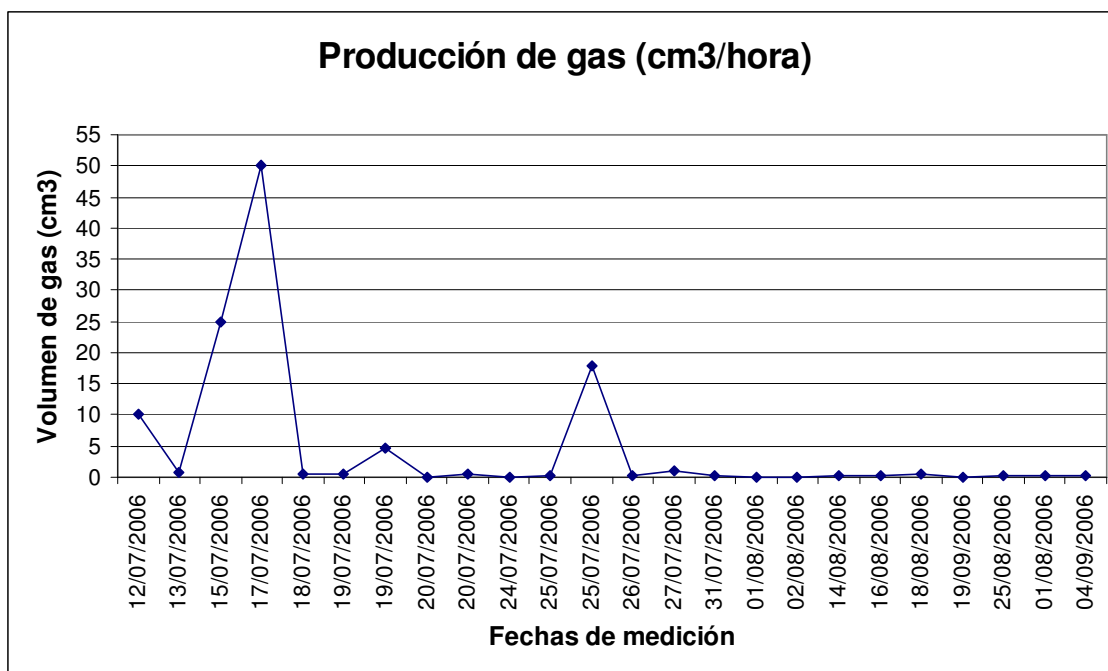


Figura M.12. Gráfico de la producción de gas en la prueba 3B

En la gráfica se puede apreciar mejor los bajos valores que presenta la producción de gas, siendo la más baja para todas las pruebas realizadas. La media a partir del 18 de julio en adelante es de 0.52 cm³/hora. La alta temperatura a la que llegó al ser calentada (45°C) se considera como la posible causa de esta situación.

El tiempo considerado significativo para la producción es de 54 días y comprende entre el 12 de julio y el 04 de septiembre del presente año.

Análisis

Los análisis que se consideraron propicios para esta experiencia, son los siguientes:

Demanda Química de Oxígeno: Sirve para determinar el contenido de materia orgánica en las excretas, viene a ser la cantidad, en mg, de oxígeno consumido para la oxidación de las sustancias reductoras presentes en un litro de muestra.

Sólidos Totales: Aquellos componentes que resisten a la degradación biológica. La



velocidad de biodegradación aumenta cuando se remueven estos sólidos.

Sólidos Volátiles: Se refiere a la parte de sólidos totales que se volatilizan durante la reducción de toda la materia orgánica. En teoría, los sólidos volátiles contiene todos los compuestos orgánicos que pueden convertirse en metano.

pH: El valor óptimo de pH está en el rango de 6.6 a 7.6 [18] para que las bacterias encargadas del proceso de digestión se desempeñen productivamente.

Calidad y composición del gas: En esta experiencia se decidió no realizar esta prueba hasta esperar que el gas acumulado en el “gasómetro” reaccionara positivamente a la presencia de fuego.

La toma de muestras se realizó tomando un litro de cada uno de los siguientes componentes utilizando para esto las mezclas antes de ser introducidas en cada uno de los biodigestores.

Muestra N°1: Purín de cerdo y orines en relación 1/1. (Antigüedad del purín y los orines: 08/07/06)

Muestra N°2: Lodos de planta anaerobia de aguas residuales. (Antigüedad de lodos, 10/07/06).

Muestra N°3: Purín de cerdo y agua en relación 1/1. (Antigüedad del purín: 08/07/06)



N. Parámetros ambientales que afectan a la Digestión Anaerobia

Tabla N.1 Factores ambientales – el pH

pH	Rango óptimo	Observaciones
	6,6 – 7,6	Nunca inferior a 6,2
Características		
<p>Representa la acidez o basicidad del medio.</p> <p>Depende en gran parte del equilibrio del carbono inorgánico (dióxido de carbono /bicarbonato/ carbónico), que define la capacidad tampón (de autorregular el pH) del afluente. Esta capacidad se mide a partir de la alcalinidad. Se considera que unos valores de alcalinidad de 2000-3000 ppm son suficientes. Si no se cumple se deberá de plantear la posibilidad de regular exteriormente el pH. Está muy relacionado también con la presencia de ácidos volátiles, que son los que se forman en la fases de acidogénesis y que si se acumulan inhiben las bacterias metanogénicas por el descenso del valor de pH. Nunca la concentración de éstos deberá ser superior a 250 ppm.[3][6][9]</p> <p>Las bacterias se desarrollan favorablemente en entornos neutros o ligeramente alcalinos. Dependerá del equilibrio del sistema amonio-amoniaco también, así que raramente se tomará este como indicador del potencial de producción de biogás o como medida de los ácidos presentes en el sustrato. Un digestor con alta concentración de ácidos volátiles precisará de alguna sustancia que incremente el valor del pH, que no deberá caer por debajo de 6,2 puesto que crea un medio tóxico para las bacterias metanogénicas y inhibe el proceso. [11]</p>		
<i>¿Cómo afecta al proceso de digestión?</i>		
<p><u>Aumento del pH</u> – inhibición del proceso biológico, aumenta rápidamente la presencia de ácidos volátiles, la producción de gas disminuye rápidamente, el pH aumenta rápidamente.[8]</p> <p><u>Reducción del pH</u> – inhibición del proceso biológico, aumenta rápidamente la presencia de ácidos volátiles, la producción de gas disminuye rápidamente, el pH se reduce rápidamente.[8]</p>		



Tabla N.2 Factores ambientales – los nutrientes

Nutrientes	Rango óptimo	Observaciones
	C/N/P = 150 / 5 / 1	C/N = 15/1-45/1
Características		
<p>La presencia de nutrientes como nitrógeno y fósforo, es necesaria, y en una adecuada proporción con el carbono para el correcto desarrollo de la flora bacteriana.[6]</p> <p>Cuando las cantidades de nitrógeno son muy elevadas pueden existir problemas de inhibición por formación de amonio, sobretudo en pH de trabajo altos.[9]</p> <p>Otros tipos de nutrientes serán necesarios en pequeñas cantidades, como sulfuro, potasio, calcio, magnesio y otros elementos traza como el hierro, manganeso, molibdeno, zinc, cobalto, selenio, tungsteno, níquel, etc. Los sustratos normalmente contienen una cantidad suficiente de estos elementos. Altas concentraciones de estos elementos producen efectos inhibidores sobre el proceso, así que se deberá de realizar un análisis químico del sustrato cuando las concentraciones de alguno de estos elementos sea alta. [11]</p>		
¿Cómo afecta al proceso de digestión?		
<p><u>Relación inadecuada</u> – Valores muy inferiores disminuyen la velocidad de reacción y valores superiores crean problemas de inhibición del proceso biológico. [6]</p> <p><u>Amonio en el afluente</u> – inhibición del proceso biológico, aumenta rápidamente la presencia de ácidos volátiles, la producción de gas disminuye rápidamente, el pH se reduce moderadamente.[8]</p> <p><u>Nitrógeno orgánico en el afluente</u> – inhibición del proceso biológico, aumenta moderadamente la presencia de ácidos volátiles, la producción de gas disminuye moderadamente, el pH se reduce lentamente.[8]</p>		



Tabla N.3. Factores ambientales – Temperatura

Temperatura	Rango óptimo	Observaciones
	15 – 70 °C	Existen tres rangos
Características		
<p>La digestión anaerobia es posible entre los 3 y los 70 °C. [11]</p> <p>Existen tres rangos de trabajo por los dos tipos de degradaciones bacterianas existentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zona psicrófila: por debajo de 20 °C - Zona mesofílica: entre 30 y 40 °C - Zona termofílica: por encima de los 50 °C <p>Con el aumento de las temperaturas se acelera el crecimiento de las bacterias y con esto la velocidad de producción del biogás. Trabajando en el rango termofílico se asegura además la higienización del digerido, puesto que se destruyen patógenos, se esterilizan las semillas y se eliminan las larvas y huevos de insectos, debido a la alta temperatura. Un aumento de la temperatura de digestión tiene el mismo efecto que un aumento del tiempo de retención del sustrato, por lo que mayor temperatura implicará un menor volumen del reactor. Tienen pues grandes ventajas pero requieren un mayor control y seguimiento, puesto que a altas temperaturas el nitrógeno amoniacal libre se convierte en inhibidor si éste está presente en gran cantidad en el sustrato, como sería el caso de las excretas de animales. Este factor puede eliminarse con la mezcla de residuos de diferentes orígenes. [6] [11]</p> <p>En general la digestión anaerobia en plantas sin calefacción, será posible de forma satisfactoria cuando la media de la temperatura anual esté por encima de los 20 °C, o donde la media diaria sea mínimo de 18 °C. En el rango de 20-28 °C la producción de gas se incrementa más que proporcionalmente. [11]</p> <p>Si la temperatura del interior del digestor está por debajo de los 15 °C, la producción de gas será tan baja que la planta no será económicamente factible si este es el objetivo principal de construcción. [11]</p>		



Tabla N.4. Factores ambientales – los tóxicos

Tóxicos	Rango óptimo	Observaciones
	En función del grupo	Reversibles e irreversibles
Características		
<p>Son sustancias que a partir de una cierta concentración inhiben las bacterias, reduciendo la velocidad de reacción, y llegan a interrumpir la digestión en concentraciones mayores. Aún así, puede existir en un cierto entorno aclimatación por parte de las bacterias a una cierta concentración de sustancias tóxicas. Estas pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Oxígeno - Metales: cobre (inhibidor a partir de 40 ppm, tóxico en 70 ppm); plomo; plata; cromo (500 ppm); arsénico; boro; zinc inhibidor en 400 ppm y tóxico en 600 ppm; níquel inhibidor a partir de 100 ppm, tóxico a 1000 ppm. [3][6][11] - Calcio estimulante 100-200 ppm, inhibidor 2500-4500 ppm, tóxico 8000 ppm; magnesio estimulante 75-150 ppm, inhibidor 1000-1500 ppm, tóxico 3000 ppm; potasio estimulante 200-400 ppm, inhibidor 2500-4500 ppm, tóxico 12000 ppm; sodio estimulante 100-200 ppm, inhibidor 3500-5500 ppm, tóxico 8000 ppm [3][9] - Amonio: benéfico de 50-200 ppm; ningún efecto adverso 200-1000 ppm; inhibidor por altos valores de pH 1500-3000 ppm, tóxico por encima de 3000 ppm [9] las bacterias metanogénicas pueden adaptarse a concentraciones de 5000-7000 ppm de nitrógeno amoniacal, pero la concentración de amonio no debe exceder de 200-300 ppm. El equilibrio amonio-amoniaco depende de la temperatura y del pH. [11] - Cianuros (tóxico a 2 ppm) [11, sulfatos, cromatos o fluoruros [3] - Formas no ionizadas de ácidos grasos volátiles y ácido sulfhídrico son 		



inhibidores reversibles [6]
Para los residuos ganaderos serán críticos el nitrógeno amoniacal (200-700ppm), los antibióticos y los desinfectantes
<i>¿Cómo afecta al proceso de digestión?</i>
<u>Sustancias tóxicas en el influente</u> – inhibición del proceso biológico, aumenta rápidamente la presencia de ácidos volátiles, la producción de gas disminuye rápidamente, el pH se reduce moderadamente.[8]
<u>Sulfato en el afluente</u> – inhibición del proceso biológico, aumenta rápidamente la presencia de ácidos volátiles, la producción de gas disminuye rápidamente, el pH se reduce moderadamente.[8]

Tabla N.5 Factores ambientales – los sólidos totales

Sólidos totales	Rango óptimo	Observaciones
	10 – 40%	Depende tipo digestor
Características		
<p>La cantidad de sólidos de entrada representa la humedad del afluente. Así un valor del 10% de ST significa una humedad de la corriente del 90%. Se requiere un menor volumen del reactor como mayor sea el contenido en sólidos, por menores cantidades de agua. En función del diseño del reactor, tenemos tres tipos de digestores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bajo contenido en sólidos: 10% [10] - Contenido medio en sólidos: 15-20% [10] - Alto contenido en sólidos: 22-40% [10] 		
<i>¿Cómo afecta al proceso de digestión?</i>		
<u>Aumento de la media de sólidos en suspensión del efluente</u> – hay un lavado de las bacterias (salen del reactor con la corriente de salida), aumenta lentamente la presencia de ácidos volátiles, la producción de gas disminuye lentamente.[8]		



Tabla N.6. Factores ambientales – el tiempo de retención

Tiempo de retención	Rango óptimo	Observaciones
	2 horas – 100 días	Función del diseño
Características		
<p>El tiempo de retención representa el tiempo que un residuo está dentro del digesor, el tiempo de residencia hidráulica de la corriente residual. Depende del diseño del reactor en cuanto a temperatura de trabajo y mezclado del contenido, así como la tecnología.</p> <p>El volumen del digesor depende del caudal que se genera de aguas residuales y de las condiciones ambientales, sobretodo de la temperatura. Tenemos pues que una corriente líquida precisará de mayor volumen, por un mismo tiempo de retención. Tendremos también que con el aumento de la temperatura (introduciendo calefacción), habrá una disminución del tiempo de retención.</p> <p>Una vez diseñado el volumen del reactor, para asegurar un determinado tiempo de retención del afluente, será necesario que no se introduzcan cargas inorgánicas en el interior del digesor, puesto que estas se acumularían en el reactor, disminuyendo el volumen total de este y en consecuencia el tiempo de retención.</p>		
<i>¿Cómo afecta al proceso de digestión?</i>		
<p><u>Aumento de la entrada de sólidos inorgánicos suspendidos</u> – hay un lavado de las bacterias (salen del reactor con la corriente de salida), aumenta lentamente la presencia de ácidos volátiles, la producción de gas disminuye lentamente.[8]</p>		



Tabla N.7 Factores ambientales – la relación DQO/DBO

DQO/DBO	Rango óptimo	Observaciones
	Función diseño	Es la materia orgánica
Características		
<p>La demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) son parámetros que representan indirectamente el contenido de materia orgánica de un residuo a través del oxígeno necesario para oxidar químicamente (DQO) o biológicamente (DBO) la materia orgánica.[9]</p> <p>La carga orgánica introducida en un digestor es la cantidad máxima asimilable que tiene el digestor, medido en kg DBO o VS / m³ de digestor. Los sólidos volátiles (SV) representan la materia orgánica de la muestra, medida como el contenido sólido menos el contenido de cenizas resultantes de la combustión completa.[10]</p>		
<i>¿Cómo afecta al proceso de digestión?</i>		
<p>Aumento de la carga con materia orgánica disuelta – se desequilibran las tres etapas, aumenta rápidamente la presencia de ácidos volátiles, la producción de gas incrementa rápidamente y el pH se reduce rápidamente.[8]</p> <p>Aumento de la carga con materia orgánica en suspensión – se desequilibran las tres etapas y hay un efecto de lavado de las bacterias (salen del reactor con la corriente de salida), aumenta moderadamente la presencia de ácidos volátiles, la producción de gas incrementa moderadamente.[8]</p>		

- Parámetros de control

Para poder controlar las posibles inhibiciones del proceso, lo mejor es desarrollar ciertos parámetros de control operacional, que nos permitan en caso de anomalías funcionales, determinar la causa de la alteración. Esto significa controlar algunos de los factores ambientales, los que nos sean más accesibles, y desarrollar una rutina de control de la planta.



En la tabla 4.15 se proponen valores de diferentes parámetros que pueden causar inhibiciones o alteraciones en el proceso de biometanización y cuales son los rangos aceptables de variación de los mismos.

Tabla N.8 Parámetros operacionales de control [6]

Parámetros operacionales de los procesos anaerobios		
Medida	Objetivo	Intervalo de variación aceptable
Monitoreo del proceso		
Temperatura	Mantenerla constante	$\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$
Carga de entrada (kg DQO/d)	Prevención de las saturaciones	+50% para DQO disuelta +100% para DQO suspendida
Control del proceso		
Concentración de los ácidos volátiles	Detección de posibles inestabilidades del proceso	Total: 200-500g como AAc/m ³ AAc: 200-500g como AAc/m ³ APr: 50-100g como AAc/m ³
Producción de gas	Control de las bacterias metanogénicas	$\pm 20\%/día$ (en función de la carga orgánica de entrada)
pH	Control de la inestabilidad	6-7. Variación $\pm 5\%/día$
Control del funcionamiento		
Concentración de materia orgánica en el efluente	Control de la eficiencia del tratamiento	Variación $\pm 10\%/día$



Producción de gas / calidad	Control de la media producida de metano	Variación $\pm 20\%$ /día Contenido de metano 60- 75%
Calidad del lodo digerido (% de volátiles)	Control del funcionamiento de la estabilización de la materia orgánica	60-70% normal, variación $\pm 5\%$



O. Familia Iparraguirre



Imagen N.1. Familia Iparraguirre y Manel Gámiz en el Parque Porcino de Ventanilla

